



**Thainá Maria Gonçalves Silva**

Bacharel em Nutrição

**Avaliação dos efeitos da actividade enzimática e das condições ambientais no escurecimento em preparados de morango e estratégias para a sua minimização**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Ciências Gastronómicas

**Orientador: Prof. Isabel Borges Coutinho**  
**Professor Auxiliar, FCT/UNL**

Júri:

Presidente: Prof. Doutor João Paulo Noronha  
Arguente(s): Prof. Doutora Paulina Mata  
Vogal(ais): Prof. Doutora Isabel Borges Coutinho



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Março 2015**



**Thainá Maria Gonçalves Silva**

Bacharel em Nutrição

**Avaliação dos efeitos da actividade enzimática e das condições ambientais no escurecimento em preparados de morango e estratégias para a sua minimização**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Ciências Gastronómicas

Orientadora: Prof. Doutora Isabel Borges Coutinho  
Professor Auxiliar, FCT/UNL

**Março 2015**



**Avaliação dos efeitos da actividade enzimática e das condições ambientais no escurecimento em preparados de morango e estratégias para a sua minimização**

Copyright ©Thainá Maria Gonçalves Silva, FCT/UNL e UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



*“A vida é assim: esquentada e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta.  
O que ela quer da gente é coragem...”*

*Guimarães Rosa*

---

## AGRADECIMENTOS

---

A realização desta dissertação de mestrado contou com importantes apoios e incentivos sem os quais não se teria tornado uma realidade e aos quais estarei eternamente grata.

Agradeço primeiramente a Deus, por me ter dado forças em todos os momentos de fraqueza. Jamais me deixou desistir.

À professora e orientadora Isabel Coutinho, que sempre acreditou no meu potencial. Agradeço pela oportunidade oferecida, pela orientação e, principalmente, pelo bom convívio nesses anos de trabalho. Em sua companhia, tive a oportunidade de enriquecer meu conhecimento com suas argumentações científicas e significativas sugestões, que foram essenciais para a elaboração desta dissertação.

À professora e coordenadora Paulina Mata, por me acolher com tanta paciência e com tanto carinho. Por ter sido uma guia no meio da escuridão que se tornou o meu percurso em alguns momentos. Por ter sido firme e prestativa nos momentos cruciais. Por seu conhecimento, por sua amizade.

Ao professor João Paulo Noronha, que foi de extrema importância, principalmente na parte dos compostos voláteis, disponibilizando o equipamento utilizado por mim e os seus conhecimentos preciosos.

Ao professor Paulo Henrique Sousa, por não medir esforços para me ajudar e por transmitir os conhecimentos de Análise Sensorial.

Aos professores, que integram a banca desta defesa, por aceitarem o convite.

À empresa Sumol+Compal, que sugeriu o tema da tese; e à Dra. Maria João Alegria, que sempre foi solícita e participativa nos vários momentos deste trabalho.

À Sra. Ermelinda e à Elsa, por me ajudarem e serem prestativas em tudo o que necessitei do laboratório.

Ao professor Carlos Salgueiro, por disponibilizar o laboratório por diversas vezes.

Aos meus pais: Odilce e Nivaldo, por serem ajuda constante em minha vida e por proporcionarem mais esta realização. Ao lado do meu irmão Tiago, eles me concederam apoio, foram companheiros e enviaram doses de carinho, mesmo a longa distância.



Ao meu namorado Amaury, que em meio a tantos choros e momentos de fraqueza soube, acima de tudo, ser companheiro, amigo e porto seguro.

Aos demais familiares, por se fazerem sempre presentes.

Aos amigos que fiz no mestrado, que, de forma direta ou indireta, estiveram presentes ao longo desses anos. Principalmente, Joana, que foi de extrema importância durante a parte final do trabalho; bem como Marcella, Catalina, Angie, Sônia e Fabíola por me acalmarem em meio a tanta turbulência.

As amigas do Brasil, que sempre me encorajaram e me deram forças para continuar.

Agradeço ainda a Susana Novais, Fabíola Zimmermann e Aida Branco, pelas fotografias cedidas para este trabalho.

Sou (e serei) eternamente grata!

---

## *RESUMO*

---

O objetivo do trabalho consistiu no estudo de modificações de cor verificadas em sumos de morango fabricados e comercializados pela Sumol+Compal. Neste contexto, procedeu-se a ensaios de colorimetria e foram implementados e utilizados protocolos experimentais para a determinação do teor e da qualidade do pigmento em massas de morango e para a avaliação dos mecanismos de escurecimento enzimático e não enzimático em amostras submetidas a diferentes condições de processamento.

Adicionalmente, foi feita a identificação dos compostos voláteis em massa de morango sem e com tratamento térmico usando cromatografia em fase gasosa.

Em paralelo fizeram-se ensaios preliminares para o desenvolvimento de um novo produto feito a partir de um subproduto do fabrico dos sumos. Executou-se, finalmente, uma sessão de análise sensorial de um novo preparado de morango.

Foi observado que o tipo de tratamento térmico influencia diretamente a cor e que diminui a actividade polifenoloxidase, mas sem inactivar a enzima; quanto à avaliação dos compostos voláteis, a amostra sem tratamento contém mais componentes voláteis do que a amostra submetida a tratamento térmico. A análise sensorial do preparado feito a partir do reaproveitamento do subproduto do fabrico do sumo de morango, que foi apresentado pela primeira vez aos consumidores, teve uma boa aceitação.

Palavras-chave: morango, compostos voláteis, alteração de cor, escurecimento enzimático



---

## *ABSTRACT*

---

The aim of this work was the study of color changes which accompany the manufacture and storage of a strawberry juice drink marketed by Sumol + Compal. In this context, colorimetric assays were performed and experimental protocols were implemented and used in order to assess the content and quality of the pigment in strawberry preparations as well as the contribution of enzymatic and non-enzymatic browning mechanisms in samples prepared under different processing conditions.

Additionally, strawberry volatile aroma compounds were determined in samples with and without previous heat treatment using gas chromatography.

Simultaneously preliminary tests were made for the development of a new food product prepared from a byproduct of the manufacture of the strawberry juice. A sensory evaluation study was performed on a new product. .

It was observed that the type of heat treatment directly influences the color and that it decreases polyphenoloxidase activity, without inactivating the enzyme; as for the aroma compounds, the untreated samples were shown to contain more volatile compounds than the heat-treated samples. The results of the sensory analysis on the new product prepared from the byproduct of strawberry juice, which was presented to consumers for the first time, showed that the product was well accepted.

Keywords: strawberry, volatile compounds, color changes, enzymatic browning



---

## *ÍNDICE*

---

<b>Agradecimentos.....</b>	<b>V</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>VII</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>IX</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	
<b>Índice de tabelas.....</b>	
<b>Índice de abreviaturas.....</b>	

---

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO E OBJETIVOS .....</b>	<b>1</b>
--	----------

---

<b>CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Morango Produção e Consumo.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. Características do morango.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.1. Planta .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.2. Composição nutricional do morango.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.3.A cor do morango.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.4.Escurecimento dos preparados de morango.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.4.1.Escurecimento enzimático.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.4.2 Escurecimento não enzimático .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.4.3.Ácido ascórbico.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3. Processamento de preparados de morango.....</b>	<b>18</b>
<b>2.4. Avaliação da cor do morango: colorimetria.....</b>	<b>20</b>
<b>2.4.1.Colorimetria.....</b>	<b>20</b>
<b>2.4.2. Espaço de cores.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4.3. Olho humano .....</b>	<b>22</b>

2.4.4. Fatores que podem alterar a percepção das cores.....	23
2.4.5. Metameria.....	24
2.4.6. Sistema de medição da cor.....	25
2.5. Avaliação do aroma de morango.....	27
2.5.1. Compostos voláteis do morango.....	27
2.5.2. Método de análise de compostos de aroma .....	28
2.5.2.1. Análise HS-SPME.....	25
2.5.2.2. Cromatografia gasosa.....	28
2.6 Desenvolvimento de um novo produto a partir de um subproduto do sumo de morango.....	32
2.6.1. Valorização dos subprodutos alimentares com elevado valor nutricional....	33
2.7. Análise Sensorial.....	34
2.7.1. Testes Sensoriais afectivos e grupo de foco.....	34
2.7.2. CATA.....	35
2.8. Sumol+Compal.....	36

---

## CAPÍTULO 3 – MATERIAIS E MÉTODOS.....37

3.1. Determinação do teor de pelargonidina, da actividade enzimática da polifenoloxidase e dos parâmetros colorimétricos em amostras de morango .....	37
3.1.1. Preparação das massas de morango.....	37
3.1.2. Preparação do extracto das massas de morango.....	38
3.1.3. Determinação do conteúdo em pelargonidina monomérica e do índice de degradação da antocianina .....	38
3.1.4. Determinação da actividade enzimática da enzima polifenoloxidase.....	40
3.1.5. Colorimetria .....	41
3.2. Determinação dos compostos voláteis.....	42
3.2.1. Determinação de compostos voláteis em amostras de massa de morango.....	42
3.3 Desenvolvimento de um produto utilizando o subproduto do sumo de morango.....	37
3.3.1. Preparação das amostras para o teste de aceitação de um novo produto derivado do morango .....	37
3.3.2. Roteiro da análise sensorial.....	37

3.3.3. Análise estatística .....	39
<hr/>	
<b>CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>49</b>
4.1. Determinação do conteúdo em pelargonidina monomérica e do índice de degradação da antocianina .....	49
4.1.1. Massas de morango sem tratamento térmico .....	49
4.1.2. Massas de morango submetidas a tratamento térmico .....	50
4.2. Colorimetria .....	53
4.2.1. Resultados obtidos para amostras de massa de morango com aditivos .....	53
4.2.2. Avaliação colorimétrica de massas de Morango + Banana .....	54
4.3. Compostos Voláteis .....	55
4.4. Análise Sensorial .....	58
<hr/>	
<b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES .....</b>	<b>67</b>
<hr/>	
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>84</b>



---

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

<b>Figura 1:</b> Sumo “Compal Essencial”.....	2
<b>Figura 2:</b> Planta adulta do morangueiro .....	8
<b>Figura 3:</b> Morango tipo Camarosa.....	9
<b>Figura 4:</b> Estrutura da pelargonidina -3- glucósido.....	11
<b>Figura 5:</b> Estrutura da cianidina -3- glucósido .....	11
<b>Figura 6:</b> Estrutura química básica da antocianina.....	12
<b>Figura 7:</b> Alterações na estrutura da antocianina com alteração do pH.....	14
<b>Figura 8:</b> A ação da PPO na formação de compostos acastanhados.....	16
<b>Figura 9:</b> Etapas da reação de Maillard.....	17
<b>Figura 10:</b> Experimentos com puré de morango.....	20
<b>Figura 11:</b> Espectro eletromagnético.....	21
<b>Figura 12:</b> Decomposição da luz branca, gerando o espectro visível.....	22
<b>Figura 13:</b> Representação do olho humano e ampliação da retina.....	23
<b>Figura 14:</b> Elementos que determinam a cor de um objeto.....	24
<b>Figura 15:</b> O mesmo objeto aparece em diferentes cores, dependendo do iluminante..	24
<b>Figura 16:</b> Diagrama cromático.....	25
<b>Figura 17:</b> Representação de algumas cores de acordo com o sistema CIE LAB.....	26
<b>Figura 18:</b> Representação colorida do sistema CIE LAB.....	26
<b>Figura 19:</b> Conjunto de fibras de SPME. A cor do Hub identifica o tipo de revestimento de fibra.....	29
<b>Figura 20:</b> Seringa de SPME com fibra exposta.....	30
<b>Figura 21:</b> Esquema da captura e dessorção de voláteis com o uso da técnica de SPME .....	30
<b>Figura 22:</b> Extração (HS-SPME) dos voláteis do sumo de morango.....	31
<b>Figura 23:</b> Esquema dos componentes de um cromatógrafo gasoso.....	32
<b>Figura 24:</b> Fases do processo de desenvolvimento de novos produtos.....	33
<b>Figura 25:</b> Comparação dos espectros corrigidos da pelargonidina .....	40
<b>Figura 26:</b> Ensaio-tipo para a determinação da actividade da PPO.....	41
<b>Figura 27:</b> Amostras dispostas para os provadores.....	44
<b>Figura 28:</b> Roteiro da Análise Sensorial do Grupo de Foco.....	45

<b>Figura 29:</b> Ficha de Recrutamento – Produtos de morango.....	46
<b>Figura 30:</b> Ficha da análise sensorial.....	45
<b>Figura 31:</b> Extrato das amostras do sumo de morango com diferentes tratamentos em comparação com o Sumol+Compal.....	53
<b>Figura 32:</b> Amostra somente com o morango, durante 20 dias em temperatura ambiente.....	54
<b>Figura 33:</b> Amostra do morango com banana (40:10), durante 20 dias em temperatura ambiente.....	54
<b>Figura 34:</b> Variação do parâmetro $a^*$ ao longo do tempo para amostras sujeitas a TT prévio.....	55
<b>Figura 35:</b> Cromatograma de HS-SPME-GC-MS da amostra do sumo de morango+sal em temperatura ambiente .....	56
<b>Figura 36:</b> Cromatograma de HS-SPME-GC-MS da amostra do sumo de morango+sal em tratamento térmico.....	56
<b>Figura 37:</b> Frequência com que os participantes da análise sensorial consomem morango .....	59
<b>Figura 38:</b> Frequência em que consome doce, compotas de morango .....	50
<b>Figura 39:</b> Representação gráfica da impressão global das amostras do doce de morango .....	61
<b>Figura 40:</b> Representação gráfica do sabor das amostras do doce de morango .....	62
<b>Figura 41:</b> Representação gráfica do aroma das amostras do doce de morango.....	63
<b>Figura 42:</b> Representação gráfica da aparência das amostras do doce de morango.....	63
<b>Figura 43:</b> Representação gráfica da cor das amostras do doce de morango.....	64
<b>Figura 44:</b> Representação gráfica da intenção de compra das amostras do doce de morango.....	64
<b>Figura 45:</b> Representação gráfica das amostras de acordo com sua semelhança.....	65
<b>Figura 46:</b> Representação gráfica dos atributos do morango.....	66

---

## *ÍNDICE DE TABELAS*

---

<b>Tabela 1:</b> Composição Nutricional do Morango.....	10
<b>Tabela 2:</b> Estruturas, nomes e fontes na natureza das principais antocianinas.....	13
<b>Tabela 3:</b> Amostras aditivadas e efeito possível dos aditivos.....	42
<b>Tabela 4:</b> Formulações utilizadas para as amostras.....	44
<b>Tabela 5:</b> Amostras processadas com batedeira e amostras processadas com varinha..	49
<b>Tabela 6:</b> Variação dos períodos de tratamento térmico .....	50
<b>Tabela 7:</b> Variação da matéria-prima: morango com pedúnculo e morango sem pedúnculo.....	51
<b>Tabela 8:</b> Amostras com aplicação de tratamentos térmicos ao morango inteiro anterior à moagem.....	52
<b>Tabela 9:</b> Amostras com tratamentos térmicos e diferentes tipos de águas: água canalizada disponível na FCT-UNL e água destilada .....	52
<b>Tabela 10:</b> Amostra do sumo “Compal Essencial”.....	52
<b>Tabela 11:</b> Colorimetria das amostras aditivadas em 7 e 20 dias.....	54
<b>Tabela 12:</b> Composição Química da Fração Volátil do Morango.....	57
<b>Tabela 13:</b> Perfil dos participantes da segunda etapa da análise sensorial do doce de morango.....	58
<b>Tabela 14:</b> Médias dos valores hedônicos obtidos pelo teste de aceitação em relação aos atributos impressão global, sabor, aroma, aparência e cor das formulações a base da escória do morango.....	60

---

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

---

a\* - Coordenada que representa a diferença entra a cor verde (-a\*) e o vermelho (+a\*)

b\* - Coordenada que representa a diferença entra a cor azul (-b\*) e o amarelo (+b\*)

CAR - Carboxen

CATA – Check-All-That- Apply, Marque tudo o que se aplica.

CV - Composto voláteis

DVB - Divinilbenzeno

f - Frequência (Hz)

FE - Fase Estacionária

FW - Tecido fresco (Fresh weight)

GC-MS - *Gas Chromatography-Mass Spectrometry*, Cromatografia gasosa – espectrometria de massa,

HPP - *High Pressure Processing*, processamento a pressões elevadas

HS - *headspace*, espaço à cabeça

L\* - Coordenada que mede a luminosidade 0 ---(branco) e 100(preto)

ND - Não determinado

PDMS - Polidimetilsiloxano

PM - Peso Molecular

PG - Pelargonidina-3-glucósido

PPO - Polifenoloxidase

PVPP - Polivinilpirridona

SPME - *Solid Phase Micro Extraction*, micro extração em fase sólida

Ta - Acidez titulável, expressa em equivalentes

TA - Temperatura ambiente

tr - Tempo de retenção

TSS - Sólidos solúveis totais, expresso em °Brix

T - Temperatura

TT - Tratamento térmico

---

## *INTRODUÇÃO E OBJETIVOS*

---

Os sumos de frutas são consumidos e apreciados em todo o mundo, não só pelo seu sabor, mas, também, por serem fontes naturais de carboidratos, carotenóides, vitaminas, flavonóides, minerais e outros componentes importantes. A inclusão na dieta de componentes encontrados em frutas e sumo de frutas pode ser importante na prevenção de doenças e para uma vida mais saudável (Blenford, 1996; Brock, 1993; Shils, Olson Shike, 1994).

Um dos principais atributos sensoriais nos alimento é a cor, nomeadamente em derivados de frutas e vegetais. Segundo Tocchini e Mercadante (2001), na avaliação de um alimento o impacto visual causado pela cor sobrepõe-se a todos os outros atributos, fazendo desse um dos mais importantes na comercialização de alimentos e constituindo, assim, primeiro critério de aceitação ou rejeição de um produto.

A cor além de influenciar na qualidade é uma característica utilizada no controle do processamento desses produtos. Muitos pigmentos naturais são destruídos pelo aquecimento durante o processamento e estocagem, pela alteração de pH ou oxidação

de compostos. Como resultado os alimentos processados podem perder a sua cor característica e, conseqüentemente, o seu valor comercial (Faraoni et al, 2008).

Por esta razão a empresa Sumol+Compal, propôs-nos um estudo sobre a cor do sumo de morango “Compal essencial”(Figura 1), após ter sido verificado que havia escurecimento do produto após 48 horas. Foi proposto, investigar as causas e possíveis mecanismos do escurecimento nesse tipo de preparados de morango.



**Figura 1:** Sumo “Compal Essencial”

Um dos grandes desafios do processamento mínimo de frutas e hortaliças é a significativa susceptibilidade ao escurecimento enzimático. Tal escurecimento ocorre principalmente após danos causados aos tecidos durante os processos de colheita, transporte, ou quando são expostos ao ar após terem sido cortados, fatiados e esmagados, para posterior processamento, permitindo o contato entre as enzimas e os substratos fenólicos que pode resultar na formação de compostos escuros (Mdluli, 2005). O escurecimento enzimático está relacionado com a ação das enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidases, que utilizam compostos fenólicos como substratos e provocam alterações indesejáveis na cor, sabor e aroma dos vegetais (Valderrama et al, 2001).

Antes dos alimentos serem consumidos, a maior parte sofre processamento térmico, o que garante a segurança microbiológica, a inativação de algumas enzimas, a degradação de substâncias tóxicas e, ainda, o desenvolvimento de substâncias responsáveis pelo aroma, cor e sabor, melhorando a sua palatabilidade (Finot, 2005; Friedman,1996). Estas substâncias (compostos denominados genericamente de “produtos da reação de Maillard”) são características da reação de Maillard, que ocorre durante o processamento térmico e/ou armazenamento prolongado de alimentos que contêm proteínas e açúcares redutores (Friedman, 1996; Nunes, 2001)

A reação de Maillard tanto pode desenvolver compostos desejáveis, como não. No caso do sumo de morango processado pela empresa Sumol+Compal, estes não seriam desejáveis pois provocariam o escurecimento não enzimático no sumo.

Ao longo do processo de Maillard são formados compostos voláteis, tais como cetonas, ésteres e aldeídos, que conferem o aroma característico aos produtos termicamente processados (Hodge, 1953; Rufian-Renores et al, 2009).

Foi neste enquadramento que se efectuou uma comparação entre o perfil de aromas de um preparado de morangos antes e depois de tratamento térmico.

Para o desenvolvimento do produto a partir de morango, foi constatado que havia uma perda cerca de 20% e para melhorar a sustentabilidade do processo se resolveu fazer um teste preliminar para o desenvolvimento de um novo produto, e que se fez uma pesquisa de análise sensorial, com painel de provadores, de um preparado feito a partir de um subproduto rejeitado do fabrico de sumo de morango.

Nesta dissertação abordaram-se os seguintes aspectos:

1. Avaliação da cor de preparados de morango em puré com e sem tratamento térmico, usando diferentes passos de processamento.
2. Avaliação do escurecimento enzimático e não enzimático em preparados de morango em puré.
3. Avaliação do perfil aromático de amostras de puré de morango antes e depois de tratamento térmico.
4. Testes preliminares para o desenvolvimento de um novo produto alimentar usando um sub-produto do processo de fabrico do sumo de morango.
5. Teste de aceitação de um novo produto.

O trabalho experimental envolveu o recurso a algumas técnicas preparativas, nomeadamente a extração do pigmento da massa fresca de morango e a microextração em fase sólida do *headspace* para extrair e concentrar os componentes do aroma, e a aplicação de técnicas instrumentais como a espectrofotometria de UV-visível, a análise de Colorimetria e a cromatografia gasosa – espectrometria de massa.

Fez-se também uma sessão de análise sensorial com um painel de provadores, precedida de um grupo de foco para pesquisa de atributos sensoriais relevantes.





---

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

---

### 2.1. Morango Produção e Consumo

A produção mundial de morango é de 3,1 milhões de toneladas por ano (IEA, 2007). A oferta mundial de morangos frescos, já ultrapassou as 1,9 milhões de toneladas, com pequenas variações para mais ou para menos (Agrianual, 2006).

O maior país produtor mundial de morangos para consumo fresco (*in natura*), e líder na produção congelada é os Estados Unidos da América que contribui com aproximadamente 52 % do total ofertado, seguido pela Espanha com 15 %, Japão com 10%, Polónia com 9 %, México com 7 %, e Itália com 4 %. Em 2006, a produção americana foi de 1.019.449 toneladas da fruta fresca, sendo que 795.000 toneladas foram consumidas no mercado interno (Agrianual, 2006).

Em Portugal, o morango é produzido praticamente durante todo o ano, ocorrendo o período de maior oferta na Primavera, de Abril a Junho, e o de média oferta de Fevereiro a Março e em Julho. A época outonal corresponde ao período de menor oferta.

Nos últimos anos, tem surgido uma procura crescente do morango durante o período de outono-inverno. Esta procura provém principalmente dos países da Europa setentrional, onde as condições de cultivo são mais restritivas e nos quais a procura interna provoca um aumento das importações. As regiões do litoral (Alentejo e Oeste) são, por excelência, as zonas agrícolas de Portugal com aptidão para a produção outonal

devido à ocorrência de temperaturas amenas durante esta época (Oliveira e Barreto, 2007).

O morango é considerado um fruto de clima temperado e tem uma atração peculiar por sua coloração vermelha-brilhante, odor característico, textura macia e sabor levemente acidificado. O sabor característico é em grande parte proveniente principalmente do ácido cítrico (10-18 mEq) e málico (1-3 mEq) (Lima, 1999; Pazinato, 1999).

O comércio do morango *in natura* é comumente realizado em bandejas de poliestireno ou de polietileno tereftalato transparentes, envoltas por filme de policloreto de vinilo (Antunes, 2002).

Um dos grandes problemas na produção do morango é a conservação após a colheita, pois se trata de um produto extremamente perecível, atingindo, conforme a cultivar e as condições ambientais, perdas totais em apenas 48 horas depois de colhido (Ronque, 1998).

De acordo com Cantillano (2005), os morangos podem ser conservados por 3 a 5 dias sob condições de 0°C e 90 % a 95 % umidade relativa. Entretanto, para o armazenamento prolongado, somente a redução da temperatura não é suficiente para manter a qualidade dos frutos, sendo necessário utilizar técnicas complementares, visando ao prolongamento da sua vida útil (Malgarim et al, 2006).

A água é o composto mais abundante do morango, o fruto possui alto teor de umidade, que pode atingir 90-95 % da parte comestível (Gebhardt et al, 2002), tornando-o dessa forma altamente susceptível a deterioração e à desidratação. Por todas estas razões, um dos maiores problemas enfrentados pelos produtores é a perda devido à curta vida pós-colheita, relacionada com a alta perecibilidade do produto. O consumidor procura morangos *in natura* com qualidade, em geral definida por características sensoriais, como ausência de defeitos, intensidade da cor vermelha, frescor e sabor que dependem do balanço entre os níveis de açúcares e ácidos orgânicos (Mitcham, 1996; Pelayo et al., 2003; Azodanlou et al., 2004). Além desses atributos, o consumidor preocupa-se com a saúde, resultado da mudança no comportamento alimentar e no estilo de vida, e busca produtos mais saudáveis e livres de defensivos agrícolas. Por isso, alguns fatores como cultivar, tipos de solo e de clima, sistema de produção (convencional ou orgânico) e tratamento pós colheita, que influenciam nas características sensoriais do morango (aroma, cor e sabor), devem ser levados em consideração (Haffner, 2002; Darolt, 2003; Resende et al, 2008).

Em decorrência da alta produtividade do morangueiro e do gosto atrativo do fruto, o morango talvez seja considerado o fruto de maior importância entre as frutas pequenas. Apesar das dificuldades e dos riscos que envolvem a sua produção, o cultivo do morango é muito lucrativo (Padovani, 1991). De facto, dentre as frutas consumidas mundialmente, o morango encontra uma posição de destaque, sendo consumido em grande quantidade e de várias formas, como por exemplo: *in natura*, sumos, bebidas lácteas, sobremesas, etc.

## **2.2. Características do morango**

### **2.2.1. Planta**

O morangueiro é uma planta perene, rasteira, herbácea pertencente à família Rosácea e do gênero *Fragaria* (Gomes, 2007).

Segundo Oliveira et al (2005), as principais cultivares utilizadas provêm dos Estados Unidos da América, onde se destacam a ‘Aroma’, ‘Camarosa’, ‘Dover’, ‘Oso Grande’ e ‘Sweet Charlie’, da Espanha ‘Milsei-Tudla’. As mais importantes da Europa são *Fragaria vesca* L., *F. moschata* Duch e *F. viridis* Duch.

A parte comestível é o morango, que é um pseudofruto não-climatérico (Chitarra & Chitarra, 2005) de coloração vermelho brilhante, odor envolvente, textura e sabor levemente acidificado (Henrique e Cereda, 1999). A coloração do morango é devido às antocianinas, e o seu gosto característico é devido aos ácidos cítrico e málico, e aos açúcares (Silva, 2006).

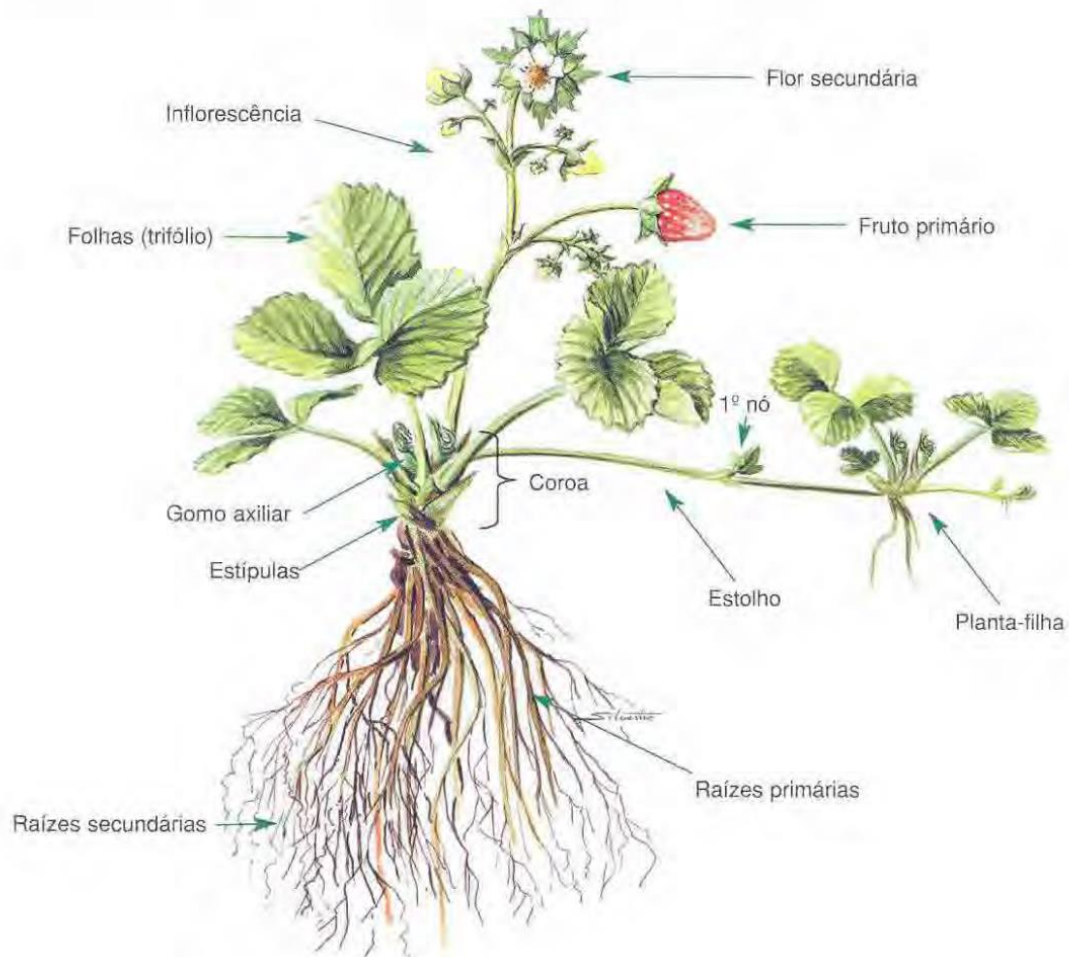
#### **Morfologia da planta**

Segundo Palha (2005) a planta adulta (madura) possui usualmente entre 20 a 35 raízes primárias, podendo ir até aos 100. A raiz primária vive normalmente um ano, mas em condições favoráveis pode viver por um período maior. Se as condições forem desfavoráveis ao seu desenvolvimento (stress hídrico, nutrição deficiente, entre outros) vive apenas quatro semanas. As raízes primárias são normalmente as que penetram no solo. As secundárias, menores que as anteriores, tem funções de absorção de nutrientes e de água e servem de acumuladores de reservas durante o período invernal (**Figura 2**).

O sistema radicular do morangueiro é fasciculado e superficial, sendo que aproximadamente 95% das raízes se localizam nos primeiros 22 cm de solo, havendo poucas que ultrapassam os 30 cm. Entretanto, algumas podem atingir até 50 a 60 cm de

profundidade (Ronque, 1998). O maior crescimento ocorre durante o período de outono e inverno (Martins, 1983).

O caule é um rizoma estolhoso, curto, com formato cilíndrico e retorcido que se ramifica e do qual emergem roseta as folhas trifoliadas, formando o conjunto a que se vulgarmente se designa por “coroa” (Palha, 2005).



**Figura 2:** Planta adulta do morangueiro. Fonte: Manual do Morangueiro, 2005

#### Inflorescência, flor e fruto

As flores do morangueiro podem ser perfeitas (hermafroditas), com órgãos masculinos e femininos (estames e pistilos), ou imperfeitas (unissexuais), com somente órgãos masculinos ou femininos. A grande maioria das cultivares comumente utilizadas, com raras exceções, possuem flores perfeitas (Antunes, 2005)

O morango utilizado no trabalho foi fornecido pela empresa Sumol+Compal é do tipo Camarosa (**Figura 3**). É uma cultivar de dias curtos, planta vigorosa com folhas grandes e coloração verde escura, frutos de tamanho grande, epiderme vermelha, polpa

de textura firme e de coloração interna vermelha brilhante, escura e uniforme; sabor subácido, próprio para consumo “*in natura*” e industrialização.



**Figura 3:** Morango tipo Camarosa

### 2.2.2. Composição nutricional do morango

Os morangos cultivados no sistema convencional ou orgânico possuem em sua composição química vitaminas, entre elas a vitamina C e muitos minerais, tais como, potássio, cálcio, ferro, manganês, zinco e cobre (Rocha et al, 2008; Pinto et al, 2008).

Como é comum à maioria dos frutos, estes têm na sua composição glúcidos que podem encontrar-se sob a forma de açúcares simples ou sob a forma de moléculas de elevada massa molecular. As macromoléculas como as pectinas, celulose e hemicelulose encontram-se associadas à estruturação das paredes celulares, enquanto o amido atua como reserva energética para as reações metabólicas que decorrem no fruto (Moldão e Empis, 2000). Os morangos têm ainda um teor de fibra dietética bastante significativo. O teor de alguns componentes relevantes encontra-se na Tabela 1.

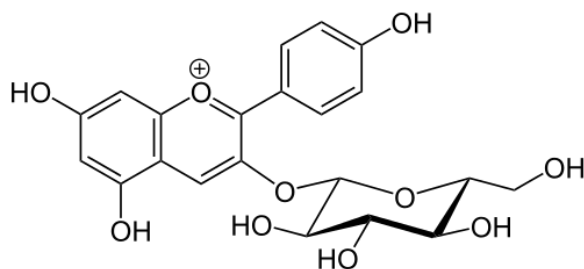
**Tabela 1:** Composição Nutricional do Morango.

<b>Nutriente</b>	<b>Unidade</b>	<b>Composição por 100g</b>
<b>Água</b>	G	90,95
<b>Valor Energético</b>	Kcal	32
	Kj	136
<b>Proteína</b>	G	0,67
<b>Lipídeos totais</b>	g	0,30
<b>Carboidratos</b>	g	7,68
<b>Fibras totais</b>	g	2,00
<b>Açúcar total</b>	g	4,89
<b>Glucose</b>	g	1,99
<b>Frutose</b>	G	2,44
<b><i>Minerais</i></b>		
<b>Cálcio</b>	mg	16
<b>Ferro</b>	mg	0.41
<b>Magnésio</b>	mg	13
<b>Fósforo</b>	mg	24
<b>Potássio</b>	mg	153
<b>Sódio</b>	mg	1
<b>Zinco</b>	mg	0.14
<b>Cobre</b>	mg	0.048
<b>Manganês</b>	mg	0.386
<b><i>Vitaminas</i></b>		
<b>Tiamina</b>	mg	0.024
<b>Riboflavina</b>	mg	0.022
<b>Niacianina</b>	mg	0.386
<b>Acido Pantotenico</b>	mg	0.125
<b>Vitamina B6</b>	mg	0.047
<b>Vitamina C</b>	mg	58,8
<b><i>Antocianina</i></b>		
<b>Cianidina</b>	mg	1.7
<b>Pelargonidina</b>	mg	24.8

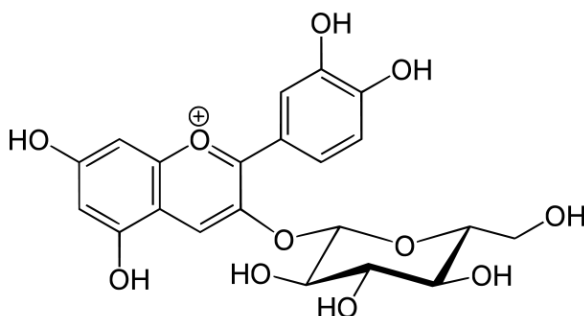
Fonte: Agricultural Research Service. Consultada:10-01-2014

### 2.2.3.A cor do morango

A cor vermelha do morango, que depende muito do cultivar, é conferida por antocianinas, em teores totais entre 15 e 60 mg por 100 g de tecido fresco ( Kadivec et al, 2013). A pelargonidina-3-glucósido (PG) (**Figura 4**) corresponde a 80% do total das antocianinas nos morangos, sendo o remanescente praticamente só cianidina-3-glucósido (**Figura 5**) (Nunes et al, 2005).



**Figura 4:** Estrutura da pelargonidina-3-glucósido

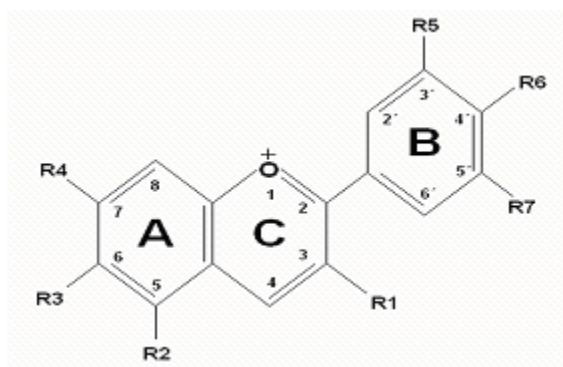


**Figura 5:** Estrutura da cianidina-3-glucósido

As antocianinas são glicósidos de antocianidinas (assim se denomina a sub-estrutura a que está ligada a molécula de açúcar.)

As antocianinas pela estrutura química pertencem à família dos flavonóides; a estrutura química básica é baseada em uma estrutura policíclica de quinze carbonos, mostrada na Figura 6 (López et al., 2000):





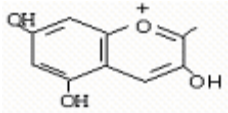
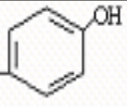
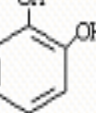
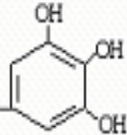
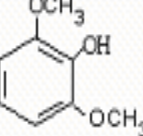
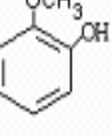
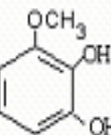
**Figura 6:** Estrutura química básicas das antocianinas. R1-R7 – indica possíveis grupos hidroxilo ou metoxilo; a molécula de açúcar surge em geral ligada à posição 3, podendo aparecer outra, em geral na posição 5.

O termo antocianina é de origem grega (*anthos*, uma flor, e *kyanos*, azul escuro). Após a clorofila, as antocianinas são o mais importante grupo de pigmentos de origem vegetal (Harborne & Grayer, 1988). Compõem o maior grupo de pigmentos solúveis em água do reino vegetal e são encontradas em maior quantidade nas angiospermas (Bridle & Timberlake, 1997), sendo os pigmentos vegetais que conferem uma grande variedade de cores que vão do vermelho-alaranjado, ao vermelho vivo, roxo e azul às flores, aos rebentos e a muitos frutos. Aos todos se conhecem hoje cerca de 250 elementos desta família de corantes. Na Europa, as antocianinas ou seus preparados são permitidos como aditivos corantes em alimentos, sob a sigla E 163.

A principal desvantagem das antocianinas relativamente aos corantes sintéticos deve-se à mudança de coloração decorrente de reações químicas nos produtos alimentícios, pois as antocianinas são bastante sensíveis às alterações de pH do meio (Andersen et al, 1998). Durante a preparação e processamento dos alimentos, o conteúdo de antocianinas pode decrescer até 50%, seja durante a lavagem com água devido à sua solubilidade, ou pela remoção de porções dos alimentos que sejam ricas em flavonóides.

Na Tabela 2, mostram-se as estruturas químicas de algumas antocianinas e fontes naturais das mesmas. Nas plantas que fazem parte da alimentação, as antocianinas se encontram difundidas, no mínimo em 27 famílias, 73 gêneros e numa grande variedade de espécies (Bridle & Timberlake, 1997).

**Tabela 2:** Estruturas base, nomes e fontes na natureza das principais antocianinas.

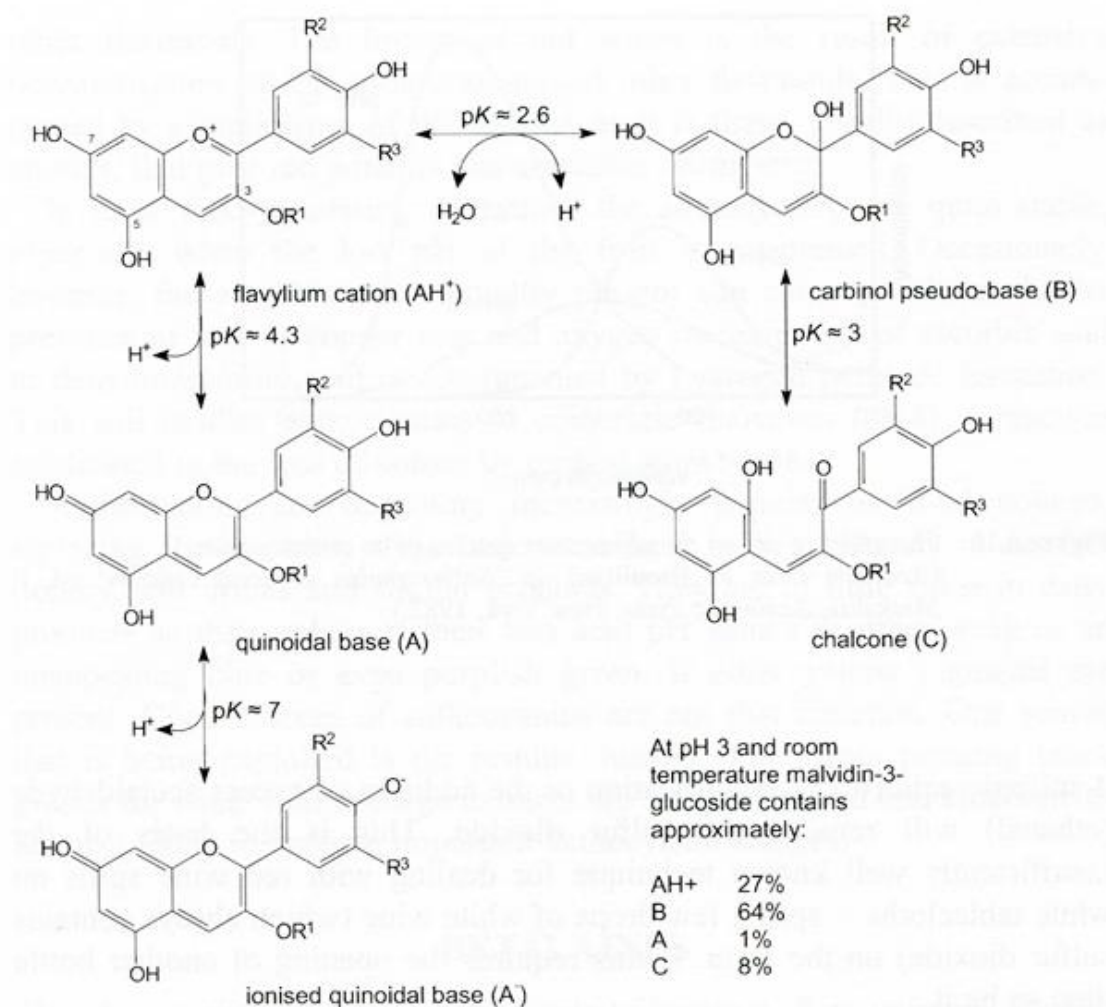
<b>Estrutura do Cátion Flavílio</b>	<b>Estrutura do Anel B</b>	<b>Nome</b>	<b>Encontrado em:</b>
		<i>Pelargonidina</i>	<i>Morango, amora vermelha.</i>
		<i>Cianidina</i>	<i>Jabuticaba, figo, ameixa, amora, repolho roxo.</i>
		<i>Delfinidina</i>	<i>Berinjela, romã e maracujá.</i>
		<i>Malvidina</i>	<i>Uva, feijão.</i>
		<i>Peonidina</i>	<i>Uva, cereja.</i>
		<i>Petunidina</i>	<i>Frutas Diversas, petúnias.</i>

Fonte: (Bobbio & Bobbio, 1995)

A coloração das antocianinas parece ser diretamente influenciada pela substituição pelos grupos hidroxilo e metoxilo na molécula. Incrementos no número de grupos hidroxilo tendem a tornar a coloração azulada. Na direção contrária, incrementos no número de grupos metoxilo aumentam a intensidade do vermelho (López et al., 2000).

A presença de um ou mais grupos acilo na molécula de antocianina inibe a hidrólise do catião flavílio (vermelho) para a formar a base carbinol (incolor), permitindo a formação preferencial da base quinoidal (azul), resultando em pigmentos menos sensíveis às mudanças de pH (ou seja, eles mantêm a coloração em meio

levemente acidificado a neutro), segundo observado por Bridle & Timberlake (1997).  
(Figura 7)



**Figura 7:** Alterações na estrutura da antocianina com a alteração do pH.  
Fonte: Coultate, 2002.

A estabilidade das antocianinas é maior sob condições ácidas, onde apresentam a tonalidade vermelha, mas pode ocorrer degradação por vários mecanismos, iniciando com perda da cor, seguida do surgimento de coloração amarelada e formação de produtos insolúveis. A estabilidade da cor de antocianinas é dependente da estrutura e da concentração dos pigmentos, além de fatores como a temperatura, a presença de oxigénio e naturalmente, o pH (Lopes, 2007).

#### 2.2.4. Escurecimento dos preparados de morango

Como foi referido atrás, a cor do morango é conferida pelas antocianinas, com ênfase para a pelargonidina-3-glucósido (PG) que, em solução aquosa ácida, apresenta uma tonalidade alaranjada ( $\lambda_{max}=500nm$  a pH 1). De acordo com Francis (1989) e

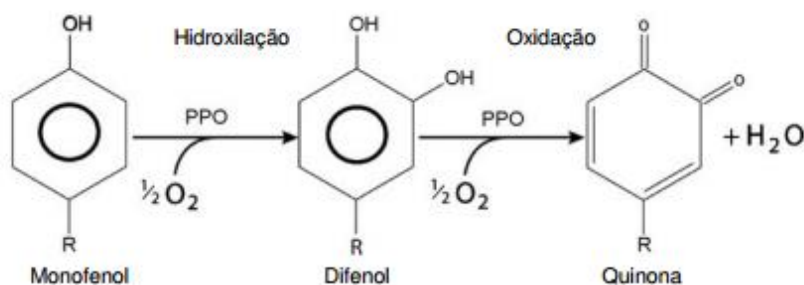
Wrolstad et al. (2005), a estabilidade das antocianinas é afetada pela sua estrutura química e concentração, luz, enzimas endógenas ou adicionadas, temperatura, pH, co-pigmentos e relação molar destes com as antocianinas, oxigênio, ácido ascórbico, íons metálicos, açúcares e seus produtos de degradação, proteínas e dióxido de enxofre.

A qualidade da cor nos frutos e produtos derivados está associada, por um lado ao teor de antocianina monomérica e, por outro, à ausência de espécies oligoméricas ou poliméricas que absorvem em toda a região espectral do visível e provocam um escurecimento no material. Essas espécies provêm de processos enzimáticos envolvendo a ação enzimática da enzima polifenoloxidase em compostos fenólicos, com eventual formação de melaninas, o chamado escurecimento enzimático; e de processos de escurecimento não-enzimático resultantes da reação de Maillard e de outras reações como as que envolvem formas reduzidas do ácido ascórbico (*ascorbic acid browning*).

#### **2.2.4.1. Escurecimento enzimático**

As enzimas que causam alterações na cor dos alimentos são de natureza oxidativa e atuam sobre os substratos naturais encontrados nas frutas. A sua ação pode, adicionalmente, ocasionar alterações no sabor, no aroma e no valor nutritivo (Laderoza et al, 1991; Menezes, 1980).

O escurecimento enzimático ocorre essencialmente devido a presença da enzima polifenoloxidase (PPO), uma enzima que catalisa a oxidação de compostos fenólicos, produzindo pigmentos escuros, o que ocorre quando o tecido é danificado pelo corte ou em superfícies danificadas de frutas e hortaliças. Nessas condições, a enzima entra em contato com seu substrato e a formação de pigmentos escuros ocorre (Marshall, Kim & Wei, 2000; Martinez & Whitaker, 1995), favorecido pela exposição ao oxigênio. A PPO catalisa inicialmente a hidroxilação de monofenóis para o-difenóis e depois a dehidrogenação de o-difenóis para o-quinonas (Crumière, 2000) (**Figura 8**). As  $\alpha$ -quinonas são altamente reativas e rapidamente oxidam, formando o pigmento melanina. Também podem interagir com grupos amina e tiol, reduzindo a disponibilidade da lisina, metionina, tiamina e de outros nutrientes essenciais por sua interação com proteínas e outros nutrientes (Araújo, 2004).



**Figura 8:** A ação da PPO na formação de compostos acastanhados

O escurecimento enzimático não ocorre em células intactas, porque os compostos fenólicos que se encontram nos vacúolos celulares ficam separados dessa enzima que fica armazenada nos plastos.

A tonalidade de cor escura dos compostos formados por oxidação enzimática pode variar de acordo com os compostos fenólicos presentes num dado tecido, resultando em pigmentos marrons, amarelados, avermelhados ou negros (Dincer et al, 2002).

A polifenoloxidase uma enzima oxirredutase que contém o íon cobre no sítio ativo, e está presente em fungos e bactérias, na maioria das plantas e em todos os mamíferos (Martinez & Whitaker, 1995). As polifenoloxidases podem receber diferentes denominações tais como catecol-oxidase, catecolases, difenol-oxidase, o-difenolase, fenolase e tirosinase, de acordo com a especificidade do substrato. (Gasull et al, 2006). De acordo com Serradell et al (2000), frutas vermelhas como o morango, a amora e a framboesa são suscetíveis à ação da polifenoloxidase, a enzima seria responsável pela degradação das antocianinas, causando perda da cor dos frutos em fresco.

Contudo, a grande importância dada a estas enzimas está principalmente relacionada ao processamento de alimentos (Zawistowski, Biliaderis & Eskin, 1991), pois a sua presença tem um grande impacto na indústria de alimentos por ser a principal enzima envolvida no indesejável escurecimento de frutas e vegetais durante o processamento e armazenamento (Núñez-Delicado et al, 2003).

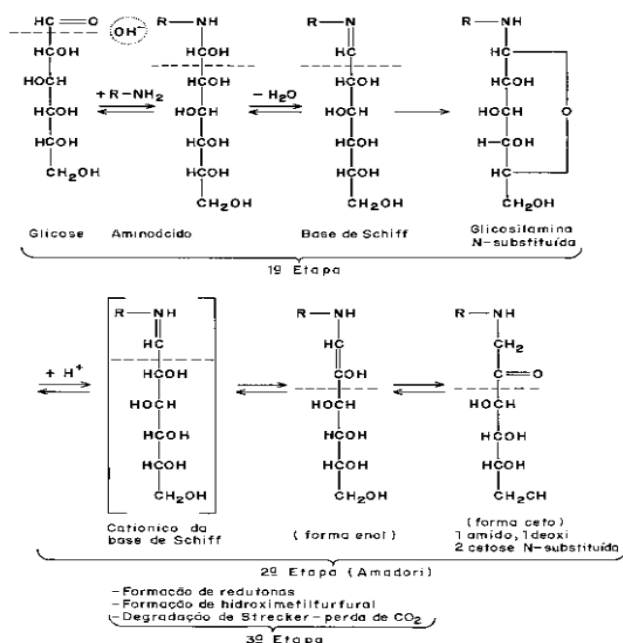
O controle do escurecimento enzimático pode ser feito através de métodos físicos e/ou químicos. Métodos físicos incluem redução de temperatura ou inativação térmica da enzima, proteção do produto contra oxigênio, desidratação, uso de atmosfera modificada, embalagens ativas e outros. Métodos químicos envolvem o uso de compostos antioxidantes que inibem a ação da enzima, como seria o caso do ácido

ascórbico. De acordo com alguma literatura, a inativação térmica da PPO por aquecimento é possível aplicando temperaturas superiores a 50°C, porém isso pode produzir cores e flavours indesejáveis, como também mudanças na textura (Oliveira, 2008).

#### 2.2.4.2 Escurecimento não enzimático

O escurecimento não enzimático deriva da formação de compostos escuros por reacções não catalizadas enzimaticamente, quer no tecido vegetal em fresco, quer durante ou depois do processamento. As técnicas de processamento, sobretudo, originam produtos de reação que atuam como pigmentos escuros, derivados de reacções como a reação de Maillard (considerada a mais importante neste contexto), mas também da caramelização de açúcares e oxidação de vitaminas; e podem ser influenciados pela formulação, aditivos, pH e pela presença de pectina, entre outros (Dervisi et al, 2001; Lin & Chen, 2005; Ravichandran, 2002).

A reação de Maillard inicia-se com o ataque nucleofílico do agrupamento amina de aminoácidos ou proteínas a um grupo  $\alpha$ -carbonílico de um açúcar redutor (**Figura 9**) (Finot, 2005; Nunes, 2001). A ocorrência da reação em alimentos depende de vários fatores: temperaturas elevadas (acima de 40°C), atividade de água na faixa de 0,4 a 0,7, pH na faixa de 6 a 8 (preferencialmente alcalino), umidade relativa de 30% a 70%, presença de iões metálicos de transição como  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{2+}$ , que podem catalisar a reação (Kwak et al., 2004; Hodge, 1953).



**Figura 9:** Etapas da reação de Maillard.

Esta reacção é importante no escurecimento de produtos sujeitos a tratamento térmico, como é o caso dos sumos de morango estudados.

#### **2.2.4.3.Ácido ascórbico**

O ácido ascórbico (vitamina C) é reconhecido por sua ação redutora e contribuição nutricional. O ácido ascórbico e seus vários sais neutros são os principais antioxidantes para o uso em frutas e hortaliças e seus sumos, visando prevenir escurecimento e outras reações oxidativas (Wiley,1994). Ele atua sequestrando o cobre, grupo prostético da polifenoloxidase, e reduzindo quinonas de volta a fenóis, antes de formarem pigmentos escuros (Sapers & Miller, 1998).

A determinação do conteúdo de ácido ascórbico em vegetais é muito importante, pois tem seu papel fundamental na nutrição humana (Guthrie, 1989), porém sua degradação pode favorecer o escurecimento não enzimático (Abd Allah, 1974), e causar aparecimento de sabor estranho (Benhardt, 1979).

Segundo Alves e Garcia (1993), a incidência de luz é uma das causas da oxidação de vitamina C e de carotenóides, por acelerar a reação do ácido ascórbico com grupos amino, produzindo pigmentos escuros por polimerização e provocando, ainda, degradação da cor e perdas de algumas características sensoriais nos sumos de frutas.

### **2.3. Processamento de preparados de morango**

O processamento se inicia pela conservação do produto, antes mesmo de ser manuseado. A extracção de enzimas de amostra de tecido de morangos frescos conservados no frio indica que o escurecimento se deve essencialmente à oxidação de compostos fenólicos em tecidos danificados (Chisari et al, 2007) e os autores correlacionaram a actividade de PPO com o parâmetro L\* da colorimetria CIE LAB. O estudo mostrou que a PPO apresentava até 30% da actividade inicial após 10 min a 80 °C, valor dependente do cultivar. Por outro lado, o simples processo de descongelação de purés de morango fresco congelados é altamente indutor de escurecimento (Wrolstad et al, 1990; Nikkhah, et al 2007), sugerindo-se que seria preferível congelar os morangos inteiros e triturar imediatamente antes da utilização (Sulaiman & Silva, 2013).

No que diz respeito ao processamento, nomeadamente à pasteurização por aquecimento, experiências em amostras de puré de morango sujeitos a tratamento térmico durante 3 e 5 min a 60, 75 e 80 °C, seguido de armazenamento a 20 °C durante

28 dias mostraram novamente que a actividade da PPO no processado dependia fortemente do cultivar. Em certos casos a inactivação térmica da PPO foi considerada até desvantajosa para a retenção da cor nos purés, o que foi atribuído pelos autores à regeneração da PPO durante o armazenamento (Holzwarth et al, 2012).

Experiências usando métodos de pasteurização alternativos mostraram que a aplicação de processamento de pressões elevadas *HPP* (*High Pressure Processing*) em amostras de puré de morango à temperatura ambiente origina um aumento da actividade da PPO (Sulaiman & Silva, 2013). A comparação da acção da HPP (600MPa/20°C/5 min) com a do TT (88°C/2min) monitorizando as actividades de enzimas oxidantes antes do processamento e depois do processado estar armazenado por 3 meses a 4°C (Shiferaw et al, 2013) levou à conclusão que a HPP inactiva a PPO entre 15% e 33% enquanto com TT a PPO inactiva quase a 100%, o que apontaria, no caso da cor, para a vantagem da pasteurização por TT relativamente à efectuada por HPP.

Contudo, quando anteriormente Dolores et al (2007) compararam, usando colorimetria, a variação da cor do sumo de morango pasteurizado por tratamento térmico a 100-140°C, 0-120min e por HPP 300-700 M pascal a pH 2.5, 3,7 e 5.0, verificaram que não havia diferença relevante na cinética de escurecimento nos dois processos; de acordo com os autores, a vantagem do HPP seria a de evitar reacções Maillard e formação de off-flavours.

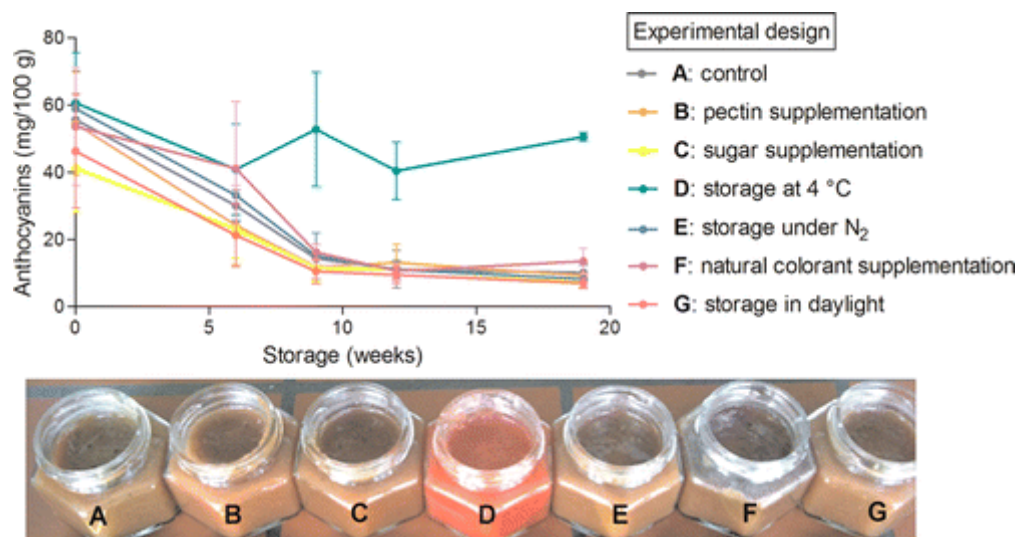
Quanto à possível aditivação dos preparados, sabe-se genericamente que há desestabilização da sua cor por adição de licopeno e porventura de outros carotenos (Dolores *et al*, 2007) e estabilização da cor por adição de copigmentos fenólicos como o ácido ferúlico e ácido cafeico em teor francamente superior (10:1 ou mais) ao da antocianina com efeito máximo a pH 3.4, acompanhado de alteração da tonalidade da cor (Wilska & Korzuchowska, 1996) e com ácido sináptico e outros fenólicos até 101 dias após preparação (Rein & Heinonen, 2004). Há aumento de intensidade de cor mas pouco acentuado e de pouca duração, juntando preparados de antocianina comerciais E163, que todavia acastanharam após armazenamento de 53 dias (Rein & Heinonen, 2004).

A adição de sacarose (açúcar não redutor) tem capacidade de aumentar a qualidade da cor até uma dada concentração mas deixa de ser efectiva a concentrações altas (Wrolstad et al, 1990; Nikkhah, et al 2007).

Finalmente, uma das variáveis mais importantes para a conservação e estabilidade da cor no derivado de morango processado seria a temperatura a que o



produto é armazenado, apontando-se 4 °C como o valor óptimo (Gössinger et al, 2009 e Kadivec et al, 2013). A conclusão é confirmada pelos resultados de uma pesquisa de vários outros parâmetros relevantes (Kadivec et al, 2013) apresentados na Figura 10.



**Figura 10:** Experimentos com purê de morango. A-controle; B-adição de pectinas; C-adição de açúcares; D-armazenamento a 4 °C, E-armazenamento sob N<sub>2</sub> (atmosfera modificada); F-adição de corante natural; G-armazenamento a luz do dia. Adaptado de Kadivec et al (2013).

## 2.4. Avaliação da cor do morango

### 2.4.1. Colorimetria

Frequentemente julga-se a qualidade dos alimentos com base na cor. Nos locais de venda de alimentos, raramente é permitido aos consumidores provar os produtos alimentícios antes de comprá-los. No entanto, eles podem observar esses produtos e fazer um julgamento baseado na aparência geral do alimento, incluindo a cor. No entanto, a cor não é facilmente ajustável usando técnicas correntes na indústria alimentar. Devido a isto, eles prestam estrita atenção às cores dos ingredientes e às mudanças que ocorrem em cada passo da produção. Instrumentos de medida de cor são usados para quantificar a cor dos ingredientes e para avaliar a eficiência do processo na obtenção e manutenção da cor desejada para o produto. Os sistemas de medidas de cor são utilizados para medir uma ampla gama de produtos alimentícios. Frutas e vegetais, tanto *in natura* como processados, produtos lácteos, carnes (incluindo aves) e produtos cárneos, peixe, cereais, óleos, xaropes, açúcares e bebidas (Good, 2007).

Por definição, colorimetria é a técnica, e a ciência que busca com o auxílio de modelos matemáticos, descrever, quantificar e simular a percepção da cor pelo homem (Silva,2004).

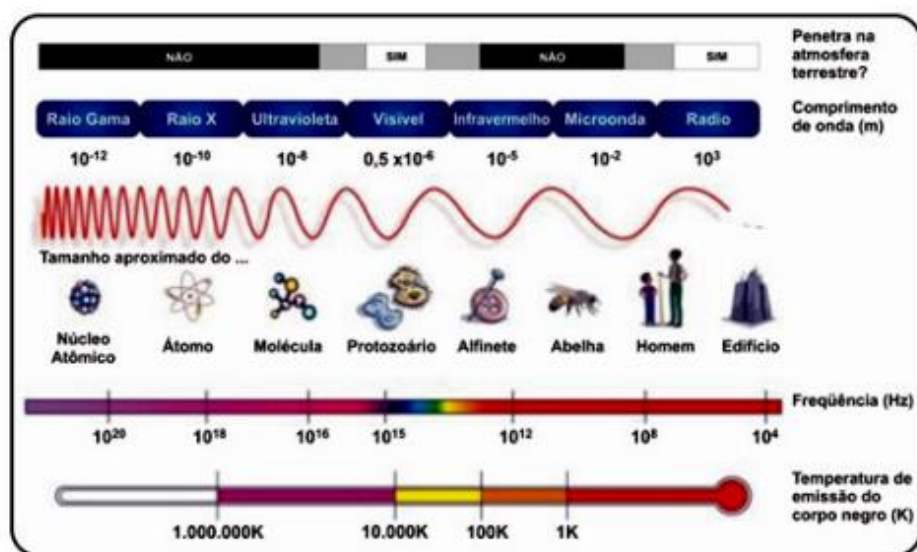
Com o acelerado avanço tecnológico do setor alimentício, o controle da cor assume papel de extrema relevância sendo importantíssimo para o sucesso neste exigente mercado. A cor é utilizada para uniformizar a aparência do produto (Good,2007).

#### 2.4.2. Espaço de cores

A cor é o resultado da percepção da luz (comprimento de onda de  $0.4 - 0.7\mu\text{m}$ ) que incide na retina em células foto-receptoras, denominados cones. A maioria das cores visíveis pelo olho humano pode ser representada pela combinação de luzes monocromáticas nos comprimentos de onda do azul, vermelho e verde.

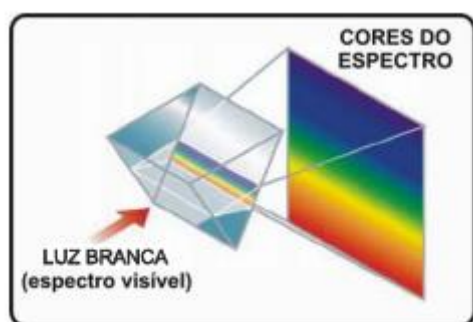
A luz, ao atravessar os meios ópticos oculares, excita moléculas fotossensíveis dos foto-receptores da retina que, por sua vez, iniciam o processo de codificação da informação presente nos raios luminosos até que após extenso processamento neural em vários níveis da retina, do tálamo e do córtex cerebral, ocorre a percepção da cor (Backhaus, 1998).

O olho humano é capaz de captar fótons com comprimento de onda entre 380 e 760 nanômetros (nm) e converte essa energia em impulso elétrico, que será levado ao cérebro e interpretado (Krill, 1972). Para expressar a medida dos comprimentos de onda visíveis utilizamos normalmente a unidade nanômetro ( $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ ) (**Figura 11**).



**Figura 11:** Espectro eletromagnético

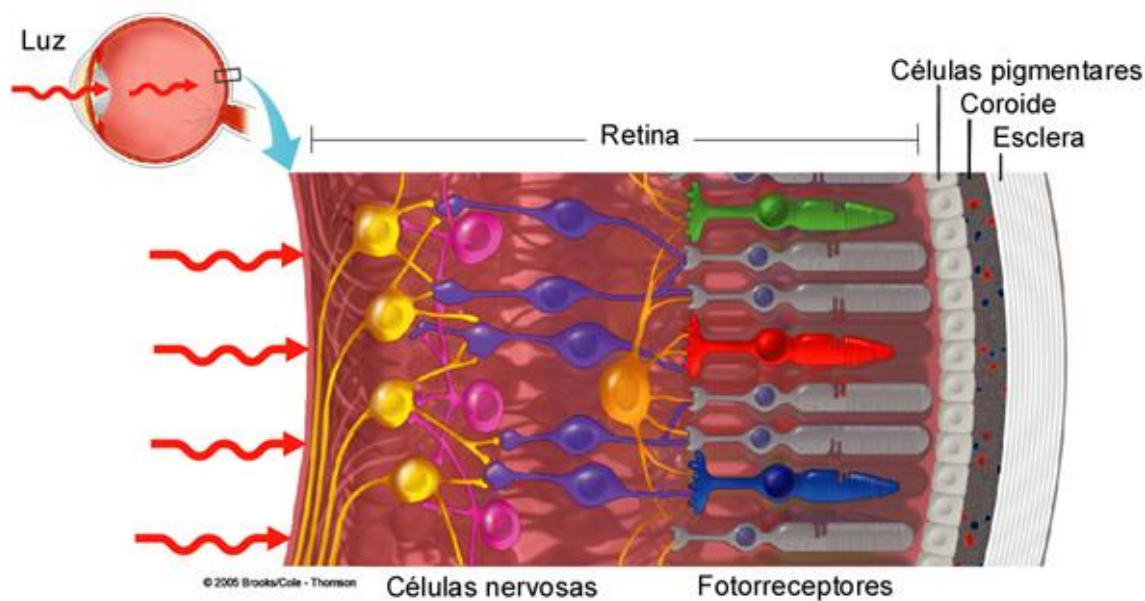
Pela decomposição da luz branca, em 1672, Newton apresentou o conceito de que a luz “ é uma mistura heterogénea de raios com diferentes refrangibilidades” – cada cor corresponde a um diferente desvio de direção que os raios luminosos sofrem quando passam de um meio para o outro (**Figura 12**). Para explicar este efeito, assumiu que a luz branca do Sol era composta de muitos raios diferentes. Cada tipo de raio seria refratado em uma direção diferente e seria associado a uma cor diferente: “os Raios menos refrangíveis são dispostos a exibir a cor Vermelha, e [...] os Raios mais refrangíveis são todos dispostos a exibir uma Cor Violeta profunda” (Newton, 1996).



**Figura 12:** Decomposição da luz branca, gerando o espectro visível.

#### 2.4.3. Olho humano

Os raios de radiação eletromagnética que chegam ao olho são focados pelo cristalino e projetados no fundo do interior onde se encontra uma camada fotossensível, a retina (**Figura 13**). Lá se encontram cerca de 120 milhões de bastonetes (responsáveis para a visão sob iluminação fraca; percepção apenas de escuro ou claro) e cerca de 6,5 milhões de cones em cada olho humano saudável (os cones são importantes para a visão colorida durante o dia), concentrados na região fóvea que são de interesse particular aqui. Podem ser identificados três tipos de cones contendo diferentes pigmentos (rodopsinas) que os tornam especialmente sensíveis em certas regiões do espectro visível: sensíveis no azul, no verde-amarelado e no vermelho (Isenman, 2013).



**Figura 13:** Representação do olho humano e ampliação da retina. Adaptado de: <http://www.museuescola.ibb.unesp.br/subtopico.php?id=2&pag=2&num=2&sub=1>

#### 2.4.4. Fatores que podem alterar a percepção das cores

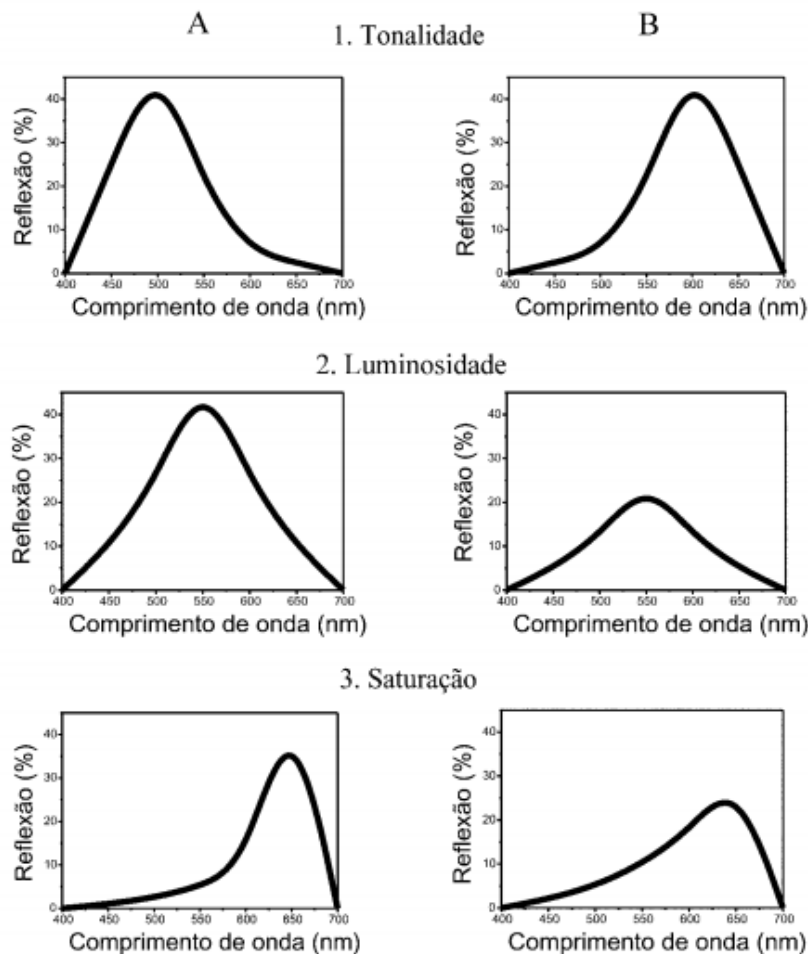
**Fonte de luz (iluminante):** Diferentes fontes de luz (por exemplo, luz do dia, lâmpada convencional de tungstênio, lâmpada fluorescente, etc.) têm diferentes intensidades dos componentes espectrais, criando uma iluminação diferente da amostra (Isenman, 2013).

**Amostra:** A composição da amostra determina as proporções da luz incidente que serão transmitidas, absorvidas ou refletidas. Assim, a composição espectral da luz refletida (função espectral:  $R\lambda$ ) ou transmitida ( $T\lambda$ ), e que finalmente atinge o olho do observador, é alterada pelos grupos cromóforos (nos corantes; absorvedores) e tamanhos típicos das partículas sólidas (nos pigmentos; espalhadores), contidos na amostra (Isenman, 2013).

**Observador:** A sensibilidade dos três receptores sensíveis à luz contidos na retina do olho varia um pouco, de pessoa para pessoa. Sendo assim, dois observadores individuais percebem um corpo colorido de forma um pouco diferente, mesmo se as condições de iluminação e a composição do objeto iluminado forem idênticos (Isenman, 2013).

Ao longo dos anos ficou claro que são necessários três parâmetros para se caracterizar uma cor: tonalidade, luminosidade e saturação (Ryan et al, 1987). Segundo Bruni et al (2006), tonalidade é o comprimento de onda percebido (absorvido) pelos cones, que nos permite saber qual é a cor que estamos vendo. Luminosidade é a

quantidade de luz que um objeto emite, brilho. Saturação, refere-se à pureza da cor (Figura 14).



**Figura 14:**Elementos que determinam a cor de um objeto. Fonte:Melchiades e Boschi,1999.

## 2.4.5. Metameria

Na óptica se denomina com metameria um fenômeno no qual dois objetos coloridos tem a mesma cor quando iluminados por uma determinada fonte de luz, mas ao mudar as condições de iluminação, se verifica que as cores destes dois objetos diferem (Figura 15) (Isenman, 2013).

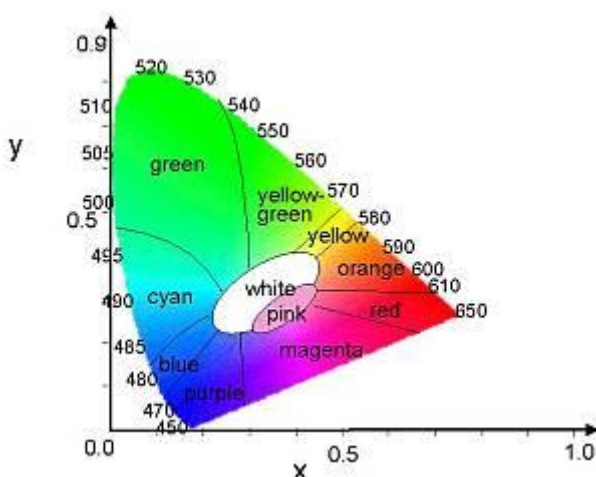


**Figura 15:** O mesmo objeto aparece em diferentes cores, dependendo do iluminante.

#### 2.4.6. Sistema de medição da cor

Apresentar uma cor através de números facilitaria, em diversos setores. Em 1931, a CIE (Commission Internationale de l'Eclairage, ou seja, a Comissão Internacional de Iluminação), estabeleceu o diagrama cromático Yxy, e em 1976 o espaço cromático L\*a\*b\* (Melchiades, 1999).

O método do espaço colorimétrico Yxy, baseia-se no sistema de percepção das cores pelo olho humano (tristimulus) (**Figura 16**).



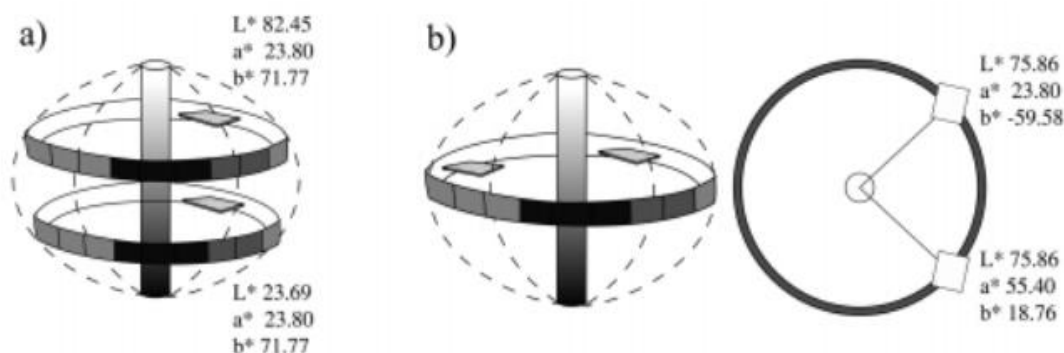
**Figura 16:** Diagrama cromático

O principal inconveniente do método Yxy é a proximidade de algumas cores, que dificulta consideravelmente a visualização das suas diferenças, como ocorre para alguns tons de verde (Melchiades, 1999).

Para solucionar este problema os métodos CIE LAB e HUNTER LAB utilizam um novo tratamento matemático das mesmas intensidades relativas das radiações correspondentes às cores vermelho, verde e azul, que visa uniformizar o espaçamento entre as cores no espaço colorimétricos (Pérez, 1991). De uma maneira geral, ambos sistemas fazem uso de três parâmetros para a identificação de uma cor (**Figura 17 e Figura 18**) (Melchiades, 1999):

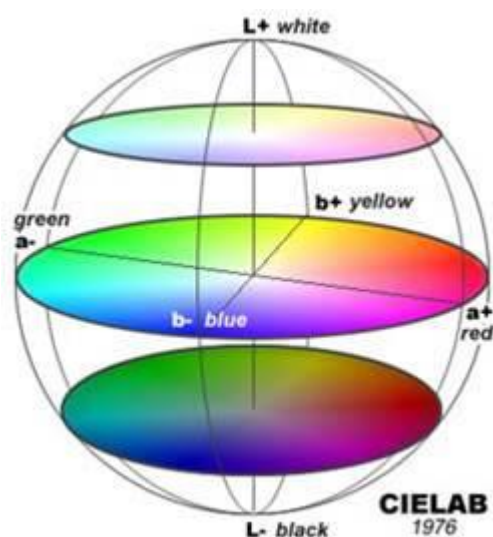
- parâmetro L\*: indica o grau de luminosidade. Varia entre 0 (preto) e 100 (branco);
- parâmetro a\*: a- maior participação da cor verde; a+ maior participação da cor vermelha;
- parâmetro b\*: b- maior participação da cor azul; b+ maior participação da cor amarela.





**Figura 17:** Representação de algumas cores de acordo com o sistema CIE LAB

A Figura 17 mostra a localização no sistema CIE LAB de objetos com: a) mesma tonalidade e grau de saturação, mas luminosidade diferentes e b) mesma luminosidade e saturação mas diferentes tonalidades, muito embora na figura a) a tonalidade seja a mesma a localização dos pontos mostra que a cor é diferente.



**Figura 18:** Representação colorida do sistema CIE LAB.

Os dois sistemas são bastante parecidos existindo algumas diferenças nas equações matemáticas que utilizam, com isso pode dar origem a confusões. No presente trabalho foi utilizado o HUNTER  $L^*$   $a^*$   $b^*$ . A base para esses cálculos são os parâmetros  $L^*$ ,  $b^*$  dos dois sistemas. Segundo Tozzi (1992), valores de  $\Delta E$  maiores que 1,0, no sistema CIE LAB, podem ser detectados pelo olho humano, ao passo que, para o sistema HUNTER LAB esse valor passa a ser de 0,5.

A cor vermelha do morango deverá ser descrita, no sistema HUNTER  $L^*$   $a^*$   $b^*$  por um valor de  $a^*$  positivo. O processo de escurecimento pode ser descrito por uma

diminuição do valor de  $a^*$  e/ou por uma diminuição do valor de  $L$ . O aumento de  $b^*$  estaria associado a um crescimento no teor de compostos amarelados.

## **2.5.Avaliação do aroma de morango**

### **2.5.1. Compostos voláteis do morango**

Em frutas, como em qualquer outro alimento, o aroma é uma das propriedades mais apreciadas pelo consumidor. Contudo, além da satisfação hedônica, o aroma também pode apresentar outras funções pertinentes, tais como: indicar o estado de conservação adequado e o estágio de maturação desejável, além de sinalizar perdas nutricionais decorrentes da degradação térmica. Em razão disso, a caracterização e monitorização dos compostos químicos que compõem o aroma são de fundamental importância para o controle de qualidade de frutas e de seus produtos derivados (Plutowska, 2007; Kataoka et al., 2000).

O aroma de frutas é constituído por compostos voláteis de baixo peso molecular (PM) e de baixa polaridade, pertencentes a diversas classes químicas: ácidos carboxílicos, aldeídos, ésteres, lactonas, álcoois e éteres de cadeias alquílicas curtas, terpenos (principalmente mono e sesquiterpenos), além de compostos aminados ou sulfurados, em menor escala (Franco, 2003). Foram encontrados no morango em torno de 360 componentes responsáveis pelo aroma (Forney, 2000).

O morango é um fruto muito suscetível ao ataque por agentes patógenos causadores de podridões (Malgarim et al., 2006), sendo o aroma e o sabor o resultado de uma complexa interação entre vários composto voláteis (CV) e não-voláteis (CNV) (Watson et al., 2002). Um sério problema enfrentado pelos produtores são as perdas, por ser um fruto muito perecível, havendo maior necessidade do uso de refrigeração (Cantillano et al., 2008). A refrigeração é o sistema mais utilizado na conservação de frutas. Ela retarda, mas não exclui totalmente as alterações ocorridas nas frutas durante o armazenamento, as quais influenciam na qualidade dos morangos *in natura*, ocasionando a perda de massa fresca, da firmeza, do sabor, do aroma, dos teores de sólidos solúveis, dos CV e das características sensoriais (Amal et al., 2010; Pelayo-Zaldívar et al., 2005).

O aroma atraente do morango é devido aos seus compostos voláteis, cuja concentração aumenta com a maturidade. Os frutos não climatérios (aqueles que têm que ser deixados na planta até atingirem seu estado ótimo de amadurecimento, sendo então colhidos),



como é o caso do morango, sintetizam compostos voláteis em menor quantidade do que os climatérios (aqueles que a fim de retardar a maturação e o envelhecimento e aumentar o período de conservação, podem ser colhidas ainda verdes). Existem vários fatores que podem influenciar o sabor e o aroma de um produto agrícola, tais como a variedade utilizada, o tipo de solo e clima e o sistema de produção orgânico ou convencional (Krolow, 2007).

Um grande número de compostos voláteis tem sido citado em morangos, incluindo: ésteres, aldeídos, cetonas, terpenos, álcoois, lactonas e derivados do furano (Watson et al, 2002; Kaftas et al, 2005). Os voláteis de cadeia-curta, tais como acetaldeído (Ac), acetato de metilo (AM), acetato de etilo (AE), etanol (Et) e ácido acético são comuns em muitas frutas (Zabetakis et al, 1997; Sevenants et al, 1966; Su et al, 1986), sendo que alguns deles apresentam propriedades de inibição de fungos e bactérias (Prasad et al, 1974; Vaughn et al, 1993)

O acetato de metilo é um dos compostos importantes que contribuem para o aroma o morango (Zabetakis et al, 1997; Sanz et al, 1997).

### **2.5.2. Método de análise de compostos de aroma**

Os perfis dos compostos voláteis neste trabalho foram obtidos por microextração em fase sólida do *headspace* (HS-SPME) utilizando uma fibra de Divinilbenzeno/Carboxen/Polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS) e analisados por cromatografia gasosa – espectrometria de massa (GC-MS).

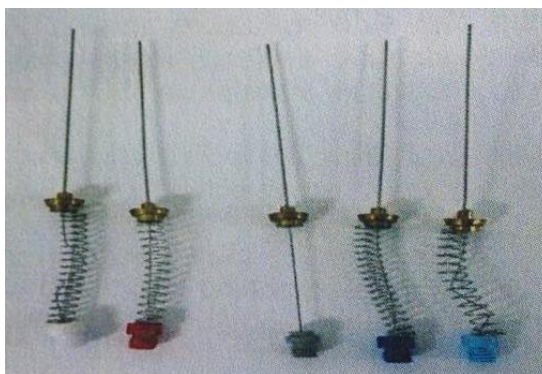
#### **2.5.2.1. Análise HS-SPME**

SPME (*Solid Phase Micro Extraction*) é uma técnica de preparação de amostras, isenta de solvente, que integra extração e concentração de compostos voláteis e não voláteis de líquidos ou *headspace* (HS) (espaço por cima de uma amostra acondicionada em um sistema fechado) em uma fibra de sílica fundida recoberta por polímero, um sólido adsorvente ou uma combinação dos dois, numa única etapa de extração. (Alpendurata, 2000; Kataoka et al., 2000).

A fibra de sílica é um filamento capilar mantido em uma agulha oca (tubo hipodérmico retrátil). A extremidade exibível da fibra (10–20 mm) é recoberta por um filme (7–100 µm), cuja natureza química é semelhante à das fases estacionárias de colunas cromatográficas (Ex.: polidimetilsiloxano – PDMS, poliacrilato – PA, carbowax – CW, carboxen – CAR e divinibenzeno – DVB). Esse filme age como uma

esponja, concentrando os analitos orgânicos na sua superfície durante a absorção ou adsorção da matriz da amostra. Na extremidade oposta do dispositivo existe uma espécie de parafuso (hub), que é usado para conectar a fibra ao amostrador (holder), possuindo uma cor específica para cada tipo de revestimento de fibra (**Figura 19**) (Kataoka et al., 2000; Valente e Augusto, 2000).

A fibra para SPME que foi utilizada para melhor captura dos compostos voláteis do morango era constituída por Divinilbenzeno/Carboxen/Polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS).



**Figura 19:**Conjunto de fibras de SPME. A cor do Hub identifica o tipo de revestimento de fibra (Foto: Fabíola Zimmermann).

A fibra é um dispositivo frágil. Assim, para tornar seu uso mais prático, ela é incorporada a um amostrador (holder), que é um suporte (uma espécie de seringa modificada) que sustenta o dispositivo da fibra de modo que ela seja facilmente manipulável (**Figura 20**). A fibra é presa a um êmbolo, na extremidade oposta, deixando o tubo hipodérmico exposto, o qual além de proteger a fibra, funciona como agulha na perfuração dos septos dos recipientes das amostras. O movimento do êmbolo para baixo permite que a fibra seja exposta da agulha no momento da extração (momento em que há a captação dos compostos) ou dessorção térmica (momento em que os compostos são retirados da fibra). Ao mover o êmbolo para cima, a fibra é protegida na agulha, principalmente durante o armazenamento e a penetração de septos no momento da captura ou da dessorção (Pawliszyn et al, 1997; Kataoka et al., 2000; Valente e Augusto, 2000).

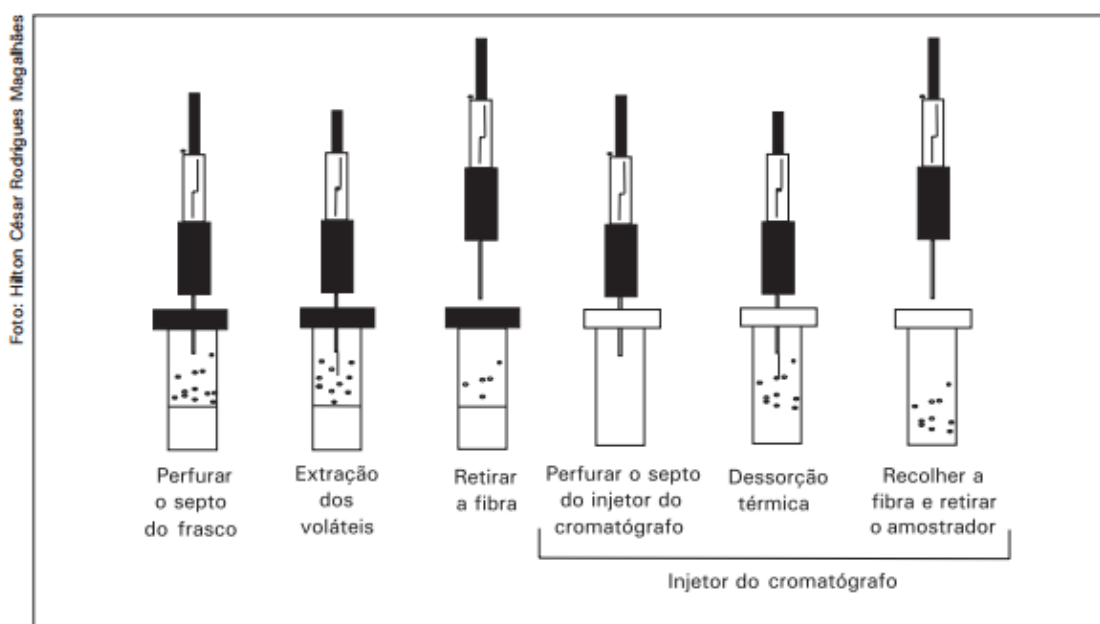


**Figura 20:** Seringa de SPME com fibra exposta (Foto: Fabíola Zimmermann).

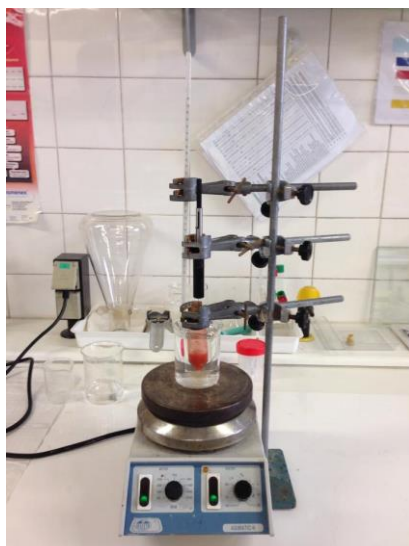
O modo *headspace* é o método usado para análise de compostos voláteis de frutos. (Pawliszyn et al, 1997; Kataoka et al., 2000).

O mecanismo de extração se dá pela exposição da superfície ativa da fibra no *headspace*. Um equilíbrio de extração se estabelecerá entre as concentrações dos compostos voláteis da amostra no espaço superior, acima da amostra (*headspace*) e o revestimento da fibra. O tempo de extração é o necessário para que se estabeleça o equilíbrio referido e as moléculas na fase de vapor se ligam ao filme apropriado. As moléculas adsorvidas são analisadas diretamente em um cromatógrafo a gás, inserindo-se a fibra no injetor, no qual elas são termicamente dessorvidas (**Figura 21 e Figura 22**) (Kataoka et al., 2000; Valente e Augusto, 2000).

Etapas que ocorrem na extração de SPME a partir de *headspace* são as indicadas na Figura 21.



**Figura 21:** Esquema da captura e dessorção de voláteis com o uso da técnica de SPME.



**Figura 22:** Extração (HS-SPME) dos voláteis do sumo de morango, foto da autora.

A técnica de SPME tem sido aplicada com êxito em análise de diferentes tipos de alimento como sumos, refrigerantes, bebidas alcoólicas, leite, hortaliças, frutas, mostrando-se uma ferramenta analítica útil na caracterização do aroma e na detecção de contaminantes ambientais, microbiológicos e de substâncias indesejáveis geradas durante processos tecnológicos (Kataoka et al., 2000).

Vantagens do uso da técnica de SPME (Plutowska, 2007; Kataoka et al., 2000)

- Revela de modo mais fidedigno a constituição química do aroma da fruta, em virtude de não utilizar aquecimento nem solvente, fontes de substâncias artificiais e contaminantes;
- Alta sensibilidade, pois a análise é feita apenas com moléculas dispersas no *headspace*, requer quantidades ínfimas de analito;
- Praticidade, uma vez que o preparo da amostra é simples, levando poucos minutos, além de ser compatível com as análises de separação identificação (GC-MS).

#### **2.5.2.2. Cromatografia gasosa**

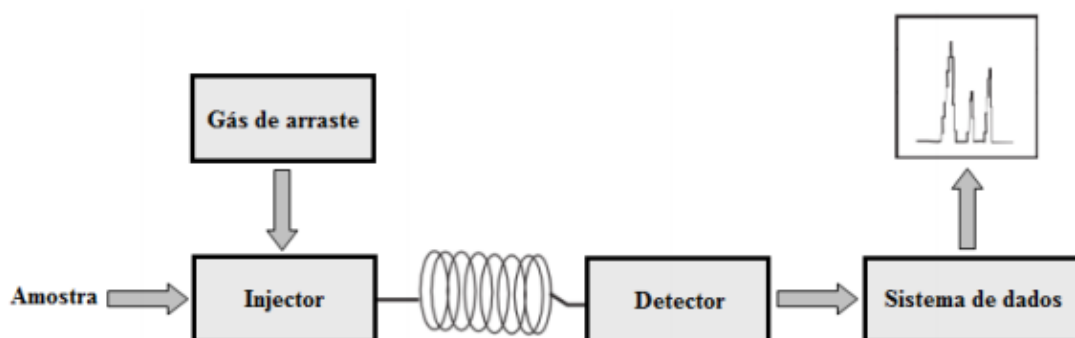
Segundo Vekey (2001) a cromatografia pode ser combinada a diferentes sistemas de detecção, tratando-se de uma das técnicas analíticas mais utilizadas e de melhor desempenho. O acoplamento de um cromatógrafo com o espectrômetro de massas combina as vantagens da cromatografia (alta seletividade e eficiência de separação) com as vantagens da espectrometria de massas (obtenção de informação estrutural, massa molar e aumento adicional da seletividade).

A separação, identificação e quantificação dos compostos voláteis é geralmente feita por cromatografia gasosa (GC) com detector de ionização de chama e a confirmação por espectrometria de massa (Choudhury et al., 1996; Sharma, et al.,1997).

Na cromatografia gasosa (**Figura 23**), a amostra é injectada no topo de uma coluna cromatográfica. A eluição é feita por fluxo de um gás de arraste inerte que actua como fase móvel. Ao contrário da maioria dos outros tipos de cromatografia, a fase móvel não interage com as moléculas do analito, a sua função é transportar o analito através da coluna, a fase estacionária. A separação dos componentes da amostra é determinada pelas características estruturais destes, e consequentemente pela afinidade de cada um deles com a coluna (Afonso,2002; Skoog et al.,1998; Skoog, et al. 2000).

A fase móvel, ou seja o gás de arraste, transporta a amostra através da coluna de separação até o detector, onde os compostos separados são detectados. Os gases de arraste mais utilizados são o hélio (He), hidrogénio (H), nitrogénio (N) e argon (Ar).

Na espectrometria de massa ocorre a ionização das moléculas, a fragmentação e posteriormente a separação dos iões produzidos em fase gasosa, para a obtenção de um espectro segundo a razão massa/carga ( $m/z$ ) (Vogel & Mendham, 2002).



**Figura 23:** Esquema dos componentes de um cromatógrafo gasoso.

## 2.6. Desenvolvimento de um novo produto a partir de um subproduto do sumo de morango

Com a globalização dos mercados a competitividade entre as empresas é cada vez maior e requisitos como o nível de competência e inovação são tomados como essenciais para uma evolução de sucesso (Sousa, 2001).

Leite (2002) define a inovação como a base do empreendedorismo e o elemento-chave na competitividade das empresas. O termo inovação refere-se, neste contexto, a um critério “económico e social”. O seu critério não é a ciência nem a tecnologia mas

uma mudança no cenário económico ou social, uma mudança no comportamento das pessoas ou consumidores ou produtores, como cidadãos, estudantes ou professores” (Drucker, 1981). A invenção é a primeira ocorrência - de uma ideia para um novo produto ou processo - enquanto a inovação é a primeira tentativa de transpô-la para a prática.

Por abranger diversos parâmetros e requisitos, o desenvolvimento de um novo produto é um processo complexo (**Figura 24**).



**Figura 24:**Fases do processo de desenvolvimento de novos produtos (Silva et al, 2009)

Entre os consumidores a palavra “natural” chama mais a atenção que outros produtos alimentares que não contenham esta designação. A necessidade da existência no mercado de ingredientes naturais com propriedades funcionais, como maior tempo de conservação, capacidade de espessamento e de emulsão, coloração, assim como propriedades nutricionais/farmacêuticas, tem crescido de modo muito acentuado nos últimos tempos (Ramos,2014).

### **2.6.1.Valorização dos subprodutos alimentares com elevado valor nutricional**

Do processo de transformação de frutas, vegetais e oleaginosas, resulta uma elevada quantidade de resíduos, tais como cascas, sementes e raízes. A valorização destes resíduos das indústrias alimentares poderá ser uma importante via para a competitividade global das empresas (Oreopoulou e Tzia, 2007). De facto, o desperdício alimentar resultante de processos de extração e transformação de matérias-primas

alimentares com elevado valor nutricional é cada vez maior. Os subprodutos que ficam após estes processamentos geralmente ainda apresentam características tecnológicas e composições nutricionais desejáveis para poderem ser explorados. Contudo, por ainda não terem sido largamente investigados, estes resíduos são na maior parte dos casos considerados desperdícios sem qualquer rentabilização, ou uma vez que são de origem biológica, são encaminhados para ração animal ou fertilizantes para terras agrícolas (Russ e Schnappinger, 2007).

O interesse pelo aproveitamento de subprodutos tem vindo a crescer, e é com esse objetivo que surgem trabalhos de investigação como o de Pires et al., 2009 e Torres et al., 2013 que dão importância e ênfase à reutilização de subprodutos das indústrias alimentares, para o desenvolvimento de novos produtos ou para a substituição de aditivos industriais em reformulações de produtos já existentes.

Esse foi uma curiosidade que surgiu ao longo do trabalho, para a sobra da escória do sumo de morango e avaliar as características organolépticas, através da análise sensorial.

## **2.7. Análise Sensorial**

Os alimentos possuem características organolépticas que são definidas por atributos sensoriais. Os aspectos qualitativos de um produto incluem aparência, aroma, textura, sabor e pós – sabor (Murray et al, 2001).

Para analisar essas características organolépticas usa-se a análise sensorial. Segundo Nakayana (1979), a técnica da análise sensorial é uma medida integrada e multidimensional com 3 vantagens importantes:

- identifica a presença ou ausência de diferenças perceptíveis,
- qualifica as características sensoriais importantes de forma rápida,
- denota problemas particulares que não podem ser detectados por outros procedimentos analíticos.

### **2.7.1 Testes sensoriais afectivos e grupo de foco**

A qualidade de um produto no mercado pode ser assegurada quando testes sensoriais afetivos são aplicados, estes também chamados de testes de consumidores ou hedônicos, visam obter a opinião subjetiva do provador. A aceitação do produto pode ainda ser confirmada através da análise da intenção de compra (Moskowitz, 1995; Muñoz *et al*, 1992).

Com a aplicação dos testes referidos, é possível transformar dados subjetivos em objetivos, e obter informações importantes sobre o grau com que as pessoas gostam ou não de um determinado produto (Stone & Sidel, 1993).

Os dados obtidos em um teste de aceitação utilizando escala hedônica podem ser avaliados através de vários métodos estatísticos como a análise da distribuição de frequências dos valores hedônicos obtidos por cada amostra (análise de histogramas) e a análise de variância (ANOVA), seguida de outros procedimentos estatísticos, dentre os quais o teste de médias de *Tukey* que permite verificar se há diferença significativa entre as médias (Meilgaard, Civille, 1993; Stone, Sidel, 1993).

A análise sensorial pode ser feita individualmente e/ou em grupo de foco, que tem como objetivo aprofundar a pesquisa qualitativa.

Segundo Rodrigues (1988), um grupo de foco é “uma forma rápida, fácil e prática de pôr-se em contato com a população que se deseja investigar”; Gomes e Barbosa (1999) acrescentam que “o grupo de foco é um grupo de discussão informal e de tamanho reduzido, com o propósito de obter informações de caráter qualitativo em profundidade”; por sua vez, Krueger (1996) descreve-o como “pessoas reunidas em uma série de grupos que possuem determinadas características e que produzem dados qualitativos sobre uma discussão focalizada”.

De acordo com Moreira (2002), algumas das características básicas da pesquisa qualitativa são:

- Foco na interpretação ao invés de quantificação;
- Ênfase na subjetividade ao invés da objetividade;
- Flexibilidade no processo de condução da pesquisa;
- Orientação para o processo, não para o resultado;
- Preocupação com o contexto, no sentido de que o comportamento das pessoas e a situação ligam-se intimamente na formação da experiência.

### **2.7.2. CATA**

Para a caracterização sensorial de produtos alimentares por parte dos consumidores, um método que vem ganhando popularidade é o CATA (Check-All-That-Apply -marque tudo que se aplique) devido à sua simplicidade e facilidade de uso, neste é fornecido ao provador uma lista de possíveis atributos e ele indica aqueles que se aplicam a cada amostra, podendo acrescentar outros (Adams, et al, 2007; Ares et al, 2010; Ares et al, 2011; Dooley et al, 2010; Plaehn, 2012). Este tipo de abordagem foi



usado em estudos de consumidor para determinar quais os atributos sensoriais que os consumidores identificam em diferentes produtos alimentícios (Adams *et al*, 2007; Dooley *et al*, 2010; Ares *et al*, 2010).

O método CATA é considerado um método rápido, simples e que permite de forma fácil de reunir informações sobre a percepção do consumidor relativamente às características sensoriais de produtos alimentares e informações que também permitem identificar as características sensoriais do produto ideal. (Adams *et al*, 2007).

## **2.8 Sumol+Compal**

A empresa Sumol+Compal é o resultado da fusão que aconteceu no ano de 2008 de duas grandes entidades de bebidas não alcoólicas, nomeadamente a Sumolis (1945) e a Compal (1952).

A Sumol+Compal, SA é a empresa-mãe desta nova realidade empresarial. É a empresa responsável pelas áreas transversais a todo o grupo, prestando assim apoio à Sumol+Compal Marcas, Sa. Faz parte das suas responsabilidades a estratégia, a organização, o planeamento, o controlo e reporting, o acompanhamento de actividades operacionais das várias empresas e a comunicação e representação. É ainda da responsabilidade desta empresa a gestão de contratos de franquia e a gestão de imóveis.

A Sumol+Compal Marcas, SA tem como missão fazer a gestão das marcas e garantir a vendas e distribuição dos produtos em Portugal e no resto do mundo.

---

## *MATERIAIS E MÉTODOS*

---

### **3.1. Determinação do teor de pelargonidina, da actividade enzimática da polifenoloxidase e dos parâmetros colorimétricos em amostras de morango**

Os dados de UV-visível foram obtidos, em duplicado, para amostras contendo extracto centrifugado proveniente da massa de morango. Em todas as amostras efectuou-se o doseamento da pelargonidina (pigmento dominante no morango), aferiu-se a influência de contaminantes e estimou-se a actividade da enzima polifenoloxidase. Os dados colorimétricos foram obtidos directamente para as massas de morango sendo repetidos pelo menos 3 vezes.

#### **3.1.1. Preparação das massas de morango**

Os frutos de morango sb. *Camarossa*, foram disponibilizados pela empresa Sumol+Compal, localizada em Almerim-Portugal. Estes frutos passaram por um processo de sanitização e seleção, foram acondicionados em sacos plásticos em grandes

quantidades e sofreram congelamento. As condições usadas foram as que a empresa Sumol+Compal efectua para conservação dos frutos para posterior obtenção de sumos. Foi retirada do congelador da empresa uma amostra de 10 kg para ser usada no trabalho presente, tendo sido transportada para o laboratório da Faculdade de Ciências e Tecnologia-Costa da Caparica sem quebra da cadeia de frio. Os frutos foram porcionados em quantidades de 500 g, para maior facilidade no decorrer do trabalho e armazenados numa arca congeladora. Antes de ter acesso aos morangos fornecidos pela Compal, utilizaram-se em algumas experiências devidamente identificadas, morangos adquiridos no comércio.

Na realização dos testes, o fruto foi descongelado e submetido, em geral, aos seguintes passos: 1) trituração dos morangos e passagem da massa resultante sob pressão moderada por um crivo (passe-vite) com orifícios de 1 mm, para retirar sementes, pedúnculos e outros; 2) tratamento térmico (TT) do homogeneizado em banho-maria a 100°C de forma reproduzir, na medida do possível, as condições de pasteurização usadas na fábrica da Sumol-Compal. Outras modificações (amostras provenientes de morangos obtidos no comércio, ausência de TT, TT prévio de morangos inteiros, diluição com água e aditivismos) foram também realizadas.

### **3.1.2.Preparação do extracto das massas de morango**

Foi implementado e seguido o protocolo descrito por Shiferaw et al (2013), com modificações. Juntou-se 10 g de massa de morango, obtida como descrito acima, a 20 ml de uma solução-tampão 0.2M fosfato de sódio pH 6.5 contendo 4%(p/v) de PVPP, 1%(p/v) de NaCl e 1% (p/v) de Triton x e deixou-se a mistura a agitar 5 minutos à temperatura ambiente. Seguiu-se uma centrifugação a 11000 g durante 15 minutos a 21°C. O sobrenadante, que para os efeitos em causa corresponde a tecido fresco em diluição 1:3, foi utilizado em todos os testes (Pôster em anexo).

### **3.1.3.Determinação do conteúdo em pelargonidina monomérica e do índice de degradação da antocianina**

Foi implementado e seguido o protocolo descrito por Wrolstad et al (2005), com modificações. Prepararam-se duas amostras, uma contendo 2 ml de tampão fosfato 0,18 M, pH 0,9, e a outra contendo 2 ml de tampão fosfato 0,17 M, pH 4.4. Adicionou-se a cada uma 500 µl de extracto de massa de morango (vd 3.1.2) e mediu-se as absorvâncias em espectrofotómetro Ultrospec 2100-pro: A500 nm ( $\lambda_{\text{max}}$  da pelargonidina protonada),

A420 nm e A700 nm, em que o último valor é tomado como linha de base. A diferença de absorvâncias a 500 nm nas amostras a pH 0,9 e a pH 4.4 é devida ao pigmento monomérico de pelargonidina (Figura 25).

De acordo com Wrolstad et al (2005), a concentração total de pelargonidina (PG) é dado por:

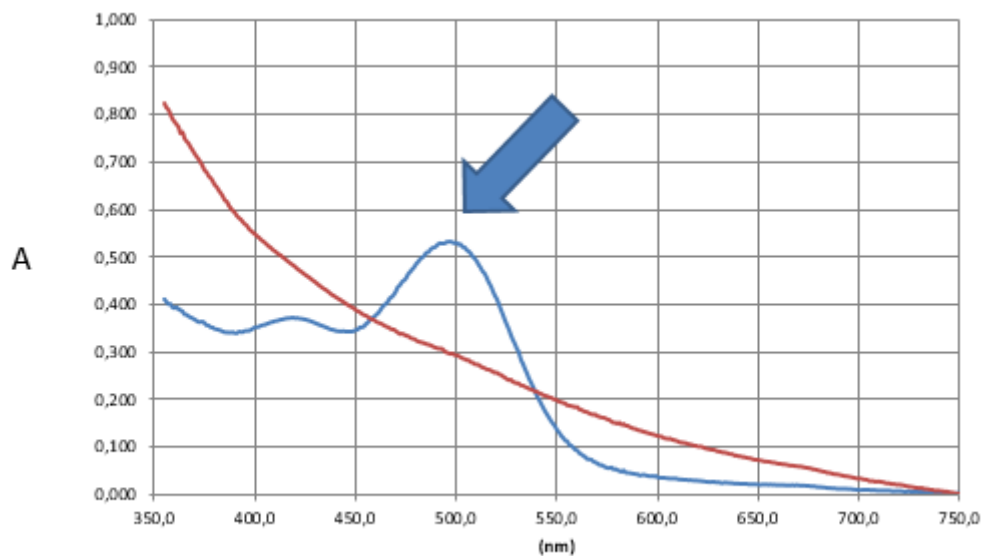
$$[PG] = (A / \epsilon l) * PM \text{ g/l}$$

Onde  $A = (A_{500} - A_{700})_{pH0.9} - (A_{500} - A_{700})_{pH4.4}$ ; PM é o peso molecular da PG, 433.3D;  $\epsilon \sim 21000$ , é o coeficiente de extinção molar  $l \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  obtido para a antocianina cianidina 3-monoglucósido, considerada semelhante ao  $\epsilon$  correspondente ao  $\lambda_{\text{max}}$  de 500 nm da pelargonidina em meio aquoso ácido; L é o percurso óptico (1 cm). O teor de pelargonidina, expresso em mg de cianidina-3-glucósido por 100g de tecido fresco (fresh weight, FW) é dado por:

$$(1) \text{ PG/mg por } 100 \text{ g FW} = (A / \epsilon l) * PM * 100 * DF$$

O factor de diluição (DF) é de 1:15, contabilizando a preparação do extracto (diluição 1:3) e da amostra (diluição 1:5).

A qualidade da antocianina é medida nas amostras em meio ácido, comparando a absorvância  $A_{500}$ , devida ao pigmento monomérico, e a absorvância  $A_{420}$ , associada a contaminantes, provenientes ou não da degradação/polimerização da antocianina que contribuem para a modificação da cor. O parâmetro ADI (Anthocianine Degradation Index) é dado por:  $ADI = A_{520}/A_{420}$ ; quanto mais elevado este valor, menor a degradação da cor na antocianina. (Nunes et al, 2005).

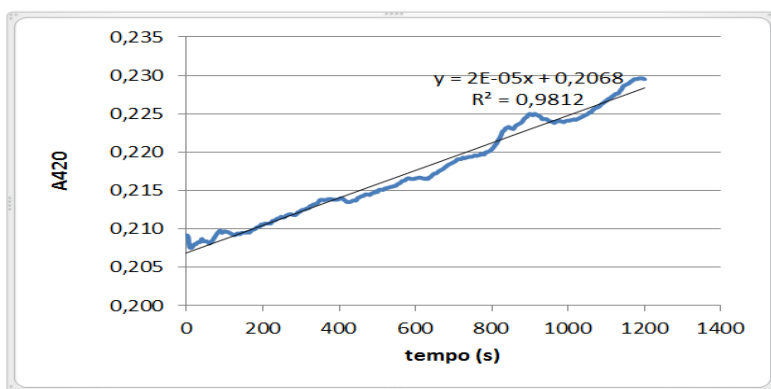


**Figura 25:** Comparação dos espectros da pelargonidina em tampão 0.25M fosfato pH 0.9 (linha azul) e pH 4.4 (linha vermelha), onde é visível o máximo de absorção a 500nm da forma ácida do pigmento.

### 3.1.4.Determinação da actividade enzimática da enzima polifenoloxidase

Os ensaios foram efetuados usando como substrato catecol (1,2-dihidroxibenzeno, PM=110,1 g/mol) implementando e seguindo o protocolo descrito por Terefe et al (2013), com modificações. A 2 ml de solução recente de catecol 0,18 M em tampão fosfato 0.17 M pH 6.5 numa célula de espectrofotómetro, junta-se, na própria célula, 100 µl do extracto. Agita-se e observa-se a variação da absorvância a 420 nm ao longo do tempo durante um período até meia hora à temperatura ambiente (**Figura 20**). O branco é um ensaio em que se substitui os 100µl de extracto por 100µl de tampão de extracção.

A actividade da PPO é expressa como a variação da absorvância  $A_{420}$  por minuto por grama de FW e, de acordo com Nunes et al (2005) e Shiferaw et al (2013), *1 unidade U de PPO* = variação de  $A_{420}$  de 0.1 por minuto por grama de FW. Notar que o factor de diluição engloba a preparação do extracto (1:3) e da amostra (1:21).



**Figura 26:** Ensaio-tipo para a determinação da actividade da PPO.

### 3.1.6. Colorimetria

A determinação da cor dos preparados de morango foi realizada em um colorímetro Minolta Chroma Meter CR-300 com iluminante D65, ângulo de iluminação 45° e área de medição com diâmetro de 8 mm (Minolta, Japão). Foi utilizado o parâmetro de cor *Hunter Lab*, em que o parâmetro L varia de 0 (preto) a 100 (branco); o parâmetro a varia de +a (vermelho) a -a (verde) e o parâmetro b varia de +b (amarelo) a -b (azul). O colorímetro foi calibrado no início de cada experiência usando a placa de calibração branca fornecida pelo fabricante do equipamento. O resultado foi lido diretamente no visor do aparelho com três medições consecutivas para cada amostra.

Obtiveram-se dados para massas de morango com vários tipos de aditivos cuja ação poderia minorar a degradação da cor (Tabela X) e também para misturas de massa de morango e de banana, após se ter observado, em uma fase já avançada do trabalho, que a bebida de referência da Compal integrava cerca de 20% de massa de banana.

#### ***Preparação das amostras de massa de morango com banana:***

*Preparação da massa de banana* – A 44g de banana crua, pesada em balança técnica, juntou-se 44ml de água da torneira aquecida à ebulição, moeu-se e aqueceu-se diretamente em placa de aquecimento com agitação até atingir ebulição. O aquecimento levou cerca de 5 minutos. Arrefeceu-se em água e guardou-se em congelador.

*Preparação da massa de morango* – A 300g de morangos fornecidos pela Sumol+Compal, previamente descongelados, juntou-se 150ml de água da torneira aquecida à ebulição, moeu-se e aqueceu-se diretamente em placa de aquecimento com

agitação até atingir 85°C – 90°C, por um mínimo de 1 minuto. O aquecimento levou cerca de 10 minutos. Arrefeceu-se em água e guardou-se em congelador.

*Amostras de morango e banana* – Preparou-se uma amostra misturando 40g de massa de morango e 10g de massa de banana (amostra 40+10) e uma amostra só de massa de morango para comparação.

**Preparação das amostras de massa de morango com aditivos** - Submeteu-se 1kg de massa de morango a banho –maria durante 15 minutos até atingir 92°C durante 1 minuto e deixou-se arrefecer até à temperatura ambiente. Foram preparadas as seguintes amostras, todas contendo 100 ml dessa massa de morango:

**Tabela 3:** Amostras aditivadas e efeito possível dos aditivos

<i>Aditivo</i>	<b>Efeito previsto/possível</b>
<i>NaCl (0.5g)</i>	Diminuição da actividade da água
<i>Catalase (0.1g em 10ml de H<sub>2</sub>O)</i>	Remoção de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> formada como intermediário na reacção catalisada pela polifenoloxidase
<i>Tocoferol (0.5g)</i>	Efeito antioxidante
<i>Transglutaminase (0.5g)</i>	Sequestro parcial de intervenientes reactivos
<i>Tomate</i>	Efeito do licopeno

### 3.2.Determinação dos compostos voláteis

#### 3.2.1.Determinação de compostos voláteis em amostras de massa de morango

Amostras do sumo com tratamento térmico e sem tratamento térmico foram analisadas usando a técnica de HS-SPME GC-MS. O sumo foi pesado (3,0g) e o sal (0,5g) em balança analítica e acondicionado em vial de fundo cónico de 10 mL, resistente a elevadas temperaturas, sendo hermeticamente fechados com uma tampa de polipropileno vazada contendo um septo de PTFE/ Silicone (Supelco).

O sistema de *SPME* para microextração em fase sólida usado consistiu numa fibra de sílica fundida de 2 cm de comprimento, com a superfície exterior revestida com um filme de Divinilbenzeno/Carbaxen/Polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS) e ligada a um êmbolo de aço, e um detentor semelhante a uma micro-seringa.

A extração foi realizada recorrendo a uma placa de aquecimento com agitador magnético, copo contendo água destilada, junto a um suporte metálico. O frasco da amostra foi colocado no suporte e introduzido no banho de água, o banho foi aquecido. A fibra SPME foi introduzida, de forma a perfurar o septo da tampa do frasco da amostra no momento em que a temperatura do banho atingiu os 60 °C. Em cada análise a fibra fica exposta durante 60 minutos. O banho de aquecimento foi mantido sob agitação magnética para homogeneização da temperatura.

O processo de *SPME* envolve dois passos: a extracção/concentração (partilha dos analitos entre a fibra e o sumo de morango) e dessorção (do extrato concentrado na fibra para dentro da coluna do *GC-MS*).

Após adsorção da amostra, os analitos extraídos e concentrados pelo SPME, foram dessorvidos termicamente no bloco de injeção do cromatógrafo gasoso (*GC-MS*). O sistema de SPME, foi introduzido dentro do injetor do GC, onde a fibra fica exposta para dessorção dos analitos que vão ser conduzidos para a coluna cromatográfica pelo gás de arraste.

A separação e deteção dos analitos foi realizada por meio de um sistema de *GC-MS* (Agilente Technologies, EUA) com um GC 6850, acoplado a um detector de massa selectivo 5975C VL MSD, com uma coluna capilar não polar de sílica (30 m x 0,32 mm ID; df: 0,25 µm) com fase estacionária 5% fenil-95% dimetilpolisiloxano (DB-5ms, Agilent – J & W Scientific), mantida a 35 °C por 1 min, e em seguida, rampa até 150 °C a 5 °C/min, seguida de rampa até 315 °C a 20 °C/min. O hélio (He) foi o gás de arraste usado a um fluxo de 1,0 mL/min.

A identificação dos compostos foi baseada na forma de fragmentação através de espectros de massa. A identificação dos componentes individuais foi realizada por meio de comparação dos seus espectros de massa com os padrões espectrais e bibliotecas de *GC-MS* (NIST 98 e Wiley 275), com ajustes superiores a 85%.

Um estudo preliminar fez com que a fibra escolhida para utilizar neste trabalho fosse Divinilbenzeno/Carboxen/Polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS), visto que é a mais adequada para a micro extracção em fase sólida de análises de *flavour* (Sequeira, 2009).



### 3.3 Desenvolvimento de um produto utilizando o subproduto do sumo de morango

#### 3.3.1. Desenvolver um produto e avaliar as suas potencialidades

As amostras foram feitas com a escória resultante da preparação do sumo de morango com diferentes formulações **Tabela 4**, apresentadas em placas de petri pequenas e transparente, com tampa identificadas com as siglas (algarismos) aleatórios (**Figura 27**). As amostras foram apresentadas à temperatura ambiente, em um prato branco descartável, com uma colher e um copo de água.

Preparação da amostra:

A base do novo produto é a sobra do morango no passivit, foi acrescentado ágar, açúcar, sal (quando necessário e feito um tratamento térmico de 3 fervuras, certificando que o ágar, foi bem dissolvido. O tomate é feito um sumo, coado e também adicionado antes do tratamento térmico.

O sal foi adicionado com o objetivo de realçar o sabor e aroma das amostras.

**Tabela 4:** Formulações utilizadas para as amostras.

Sigla	Amostra	Ágar (g)	Sumo de morango (mL)	Açúcar (g)	Sal (mg)	Sumo de tomate (mL)
213	Morango	3	620	200	0	0
324	Morango+Tomate	3	620	200	0	125
532	Morango+sal	3	620	200	0.5	0
155	Morango+tomate+sal	3	620	200	0.5	125



**Figura 27:** Amostras dispostas para os provadores. Foto: Susana Novais

### **3.3.2. Roteiro da análise sensorial**

*Primeira etapa:* Os provadores que fizeram parte do grupo de foco da análise sensorial foram alunos e professores do Mestrado de Ciências Gastronômicas, totalizando 7 participantes. Para a análise de grupo de foco, foi disponibilizada aos participantes uma quantidade suficiente de amostra para que a consumissem, na quantidade e forma desejada. Para isso foram colocadas à disposição dos participantes: bolachas cream craker e colheres descartáveis, para consumo direto. Para esta abordagem, foi estabelecido um roteiro (**Figura 28**) que foi seguido para orientação da sessão pelo professor Paulo Henrique Sousa para que se pudesse criar a lista de atributos para o CATA e desenhar a ficha a ser usada posteriormente. Os consumidores desta etapa tiveram como tarefa essencialmente identificar e descrever atributos do produto.

#### **AValiação Sensorial – Grupo de Foco**

##### **PRODUTO TESTADO – MORANGADA**

**Explicar um pouco a técnica de produção dos produtos de morango.**

**Será esclarecido aos participantes que não existem respostas corretas ou erradas para os itens abordados, podendo ter opiniões diversas, mesmo estas sendo divergentes da maioria dos participantes do grupo.**

**O que se espera deste produto de morango e como o mesmo deve ser avaliado sensorialmente?**

**Roteiro:**

- 1. Como você costuma consumir sobremesas de frutas?**
- 2. A forma de processamento do produto (ingredientes, forma de cocção e conservação) é importante na escolha do produto para você?**
- 3. As características nutricionais interferem na sua escolha das geléias (doces)?**
- 4. De que forma você consumiria esses produtos?**
- 5. Você percebe alguma diferença entre os produtos?**
- 6. O que mais chama sua atenção nesses produtos?**
- 7. Quais as características você acha que deveriam ser avaliadas nos produtos (aroma, cor, aparência, textura, sabor e impressão global)?**
- 8. Caracterize cada produto, apresentando pontos positivos e negativos.**
- 9. Que termos sensoriais caracterizariam esses produtos?**
- 10. Que nome você atribuiria a este produto para o consumidor?**
- 11. Que produtos você compraria depois de já provado?**

**Figura 28:** Roteiro da Análise Sensorial do Grupo de Foco.

*Segunda etapa:* Os provadores eram alunos, professores e funcionários da Faculdade de Ciências e Tecnologias, de diferentes áreas, totalizando 60 pessoas. A análise sensorial das formulações foi feita por meio de escala hedônica estruturada de 1 a 9 pontos, sendo os extremos (1) desgostei extremamente e (9) gostei extremamente, para avaliação dos atributos aparência geral, cor, aroma, textura e sabor (Stone & Sidel, 1993). Para avaliar a intenção de compra, empregou-se a escala hedônica estruturada de cinco pontos, sendo os extremos os termos “certamente não compraria” (1) e “certamente compraria” (5) (ABNT, 1998). Os atributos que foram decididos na primeira etapa, foram apresentados com uma lista de termos e foi pedido para selecionarem todos os termos que considerassem adequados para o produto e que adicionassem os que achassem relevantes e não estiverem na lista, ou seja, foi utilizado o método CATA.

A relevância de cada termo foi determinada pelo cálculo da sua frequência de utilização.

Foi utilizada uma ficha para cada amostra e uma ficha para identificar o perfil do participante (**Figura 29**).

**FICHA DE RECRUTAMENTO – Produtos de Morango**

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: M ( ☐ ) F ( ☐ ) Faixa etária: ( ☐ ) 18 a 25 anos ( ☐ ) 26 a 35 anos ( ☐ ) 36 a 50 anos ( ☐ ) mais de 50 anos

Estamos realizando um teste de aceitação com novos produtos de **Morango** e gostaríamos de conhecer a sua opinião. Caso você esteja interessado em participar, por favor, responda a ficha abaixo, devolvendo-a em seguida ao atendente.

<p>1. Indique a frequência com que você consome morangos.</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Diariamente</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) 2 a 3 vezes/semana</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) 1 vez/semana</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Quinzenalmente</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Mensalmente</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Semestralmente</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Nunca</p>	<p>3. Indique a frequência com que você consome doces de morango (compota, geleia...).</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Diariamente</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) 2 a 3 vezes/semana</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) 1 vez/semana</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Quinzenalmente</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Mensalmente</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Semestralmente</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Nunca</p>
<p>2. Marque com um X na escala abaixo o quanto você gosta ou desgosta de morangos.</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Gosto muito</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Gosto moderadamente</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Nem gosto e nem desgosto</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Desgosto moderadamente</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Desgosto muito</p>	<p>4. Marque com um X na escala abaixo o quanto você gosta ou desgosta de doces de morango (compota, geleia...).</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Gosto muito</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Gosto moderadamente</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Nem gosto e nem desgosto</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Desgosto moderadamente</p> <p>( <input type="checkbox"/> ) Desgosto muito</p>

**Figura 29:**Ficha de Recrutamento – Produtos de Morango

NOME: \_\_\_\_\_ Idade: ( ) < 18 ( ) 18-25 ( ) 26-35 ( ) 36-50 ( ) > 50  
 Data: \_\_\_\_\_ PRODUTO: Doce de Morango  
 Amostra: \_\_\_\_\_

1. Você está recebendo uma amostra de Doce de Morango. Por favor, PROVE a amostra e indique o quanto você gostou ou desgostou da IMPRESSÃO GLOBAL e do SABOR, utilizando-se a escala abaixo:

IMPRESSÃO GLOBAL	SABOR	AROMA
( ) gostei extremamente	( ) gostei extremamente	( ) gostei extremamente
( ) gostei muito	( ) gostei muito	( ) gostei muito
( ) gostei moderadamente	( ) gostei moderadamente	( ) gostei moderadamente
( ) gostei ligeiramente	( ) gostei ligeiramente	( ) gostei ligeiramente
( ) não gostei nem desgostei	( ) não gostei nem desgostei	( ) não gostei nem desgostei
( ) desgostei ligeiramente	( ) desgostei ligeiramente	( ) desgostei ligeiramente
( ) desgostei moderadamente	( ) desgostei moderadamente	( ) desgostei moderadamente
( ) desgostei muito	( ) desgostei muito	( ) desgostei muito
( ) desgostei extremamente	( ) desgostei extremamente	( ) desgostei extremamente

2. Agora, OBSERVE e indique o quanto você gostou ou desgostou da APARÊNCIA, utilizando-se a escala abaixo:

APARÊNCIA	COR
( ) gostei extremamente	( ) gostei extremamente
( ) gostei muito	( ) gostei muito
( ) gostei moderadamente	( ) gostei moderadamente
( ) gostei ligeiramente	( ) gostei ligeiramente
( ) não gostei nem desgostei	( ) não gostei nem desgostei
( ) desgostei ligeiramente	( ) desgostei ligeiramente
( ) desgostei moderadamente	( ) desgostei moderadamente
( ) desgostei muito	( ) desgostei muito
( ) desgostei extremamente	( ) desgostei extremamente

3. Baseado na IMPRESSÃO GLOBAL desta amostra indique na escala abaixo o grau de certeza com que você compraria ou não compraria esta amostra, caso esta estivesse à venda nos supermercados.

( ) certamente compraria  
 ( ) possivelmente compraria  
 ( ) talvez comprasse, talvez não comprasse  
 ( ) possivelmente não compraria  
 ( ) certamente não compraria

3. Abaixo estão listados vários termos. Marque todos os termos que caracterizam a amostra.

<input type="checkbox"/> Homogênea	<input type="checkbox"/> Aroma de Morango
<input type="checkbox"/> Partículas em suspensão	<input type="checkbox"/> Aroma Ácido
<input type="checkbox"/> Cor de morango intensa	<input type="checkbox"/> Aroma Frutado
<input type="checkbox"/> Cor pálida	<input type="checkbox"/> Aroma Doce
<input type="checkbox"/> Com brilho	<input type="checkbox"/> Aroma quente
<input type="checkbox"/> Sem brilho	<input type="checkbox"/> Aroma fresco
<input type="checkbox"/> Difusa	<input type="checkbox"/> Aroma de ervas
<input type="checkbox"/> Firme	<input type="checkbox"/> Sabor de Fruta
<input type="checkbox"/> Partículas em suspensão	<input type="checkbox"/> Sabor de Morango
<input type="checkbox"/> Bolhas em suspensão	<input type="checkbox"/> Gosto ácido
<input type="checkbox"/> Espuma em suspensão	<input type="checkbox"/> Gosto doce
<input type="checkbox"/> Distribuição heterogênea de partículas	<input type="checkbox"/> Gosto amargo
<input type="checkbox"/> Cremosa	<input type="checkbox"/> Outros _____
<input type="checkbox"/> Líquida	_____
<input type="checkbox"/> Transparente	_____
<input type="checkbox"/> Opaca	
<input type="checkbox"/> Firme	
<input type="checkbox"/> Pouco firme	
<input type="checkbox"/> Translúcida	
<input type="checkbox"/> Esbranquiçada	

Figura 30: Ficha da análise sensorial

### 3.3.3. Análise estatística

Os resultados sensoriais foram tratados estatisticamente mediante a Análise de variância (ANOVA) e aplicado o teste de Tukey entre as médias a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico Statistical Analyss System (1996).



## *RESULTADOS E DISCUSSÃO*

### **4.1. Determinação do conteúdo em pelargonidina monomérica e do índice de degradação da antocianina**

#### **4.1.1. Massas de morango sem tratamento térmico**

**Tabela 5:** Amostras processadas com batedeira e amostras processadas com varinha mágica

AMOSTRA / PROCESSO	mg PG/100 g FW	ADI $A_{500}/A_{420}$	PPO Un/min .g FW
<b>Moagem com batedeira</b> (morangos obtidos no comércio)	17,7	1,81	ND
<b>Moagem com varinha mágica</b> (morangos fornecidos pela Sumol+Compal)	19,9	2,03	0,23

Estes resultados são semelhantes entre si e comparáveis com os descritos na literatura (Wrolstad et al, 2005 e Terefe et al, 2013). Serão considerados como referência para os resultados posteriores.

#### **4.1.2. Massas de morango submetidas a tratamento térmico**

**Tabela 6:** Variação dos períodos de tratamento térmico

AMOSTRA / PROCESSO	mg PG/100 g FW	ADI A <sub>500</sub> /A <sub>420</sub>	PPO Un/min .g FW
<b>Moagem com batedeira, seguida de TT (85 °C, 5 min) em banho-maria, 1h10min para atingir T final</b>	6,8	1,45	ND
<b>Moagem com batedeira, seguida de TT (85 °C, 2 min) em banho-maria, 1h e 10min para atingir T final</b>	7,8	1,23	ND
<b>Moagem com batedeira, seguida de TT (85 °C, 2 min) com a resistência inserida dentro do sumo de morango, 4 min para atingir T final</b>	18,0	1,70	ND

Os resultados acima permitem concluir que mais do que a duração do tratamento térmico à temperatura final, o tempo que demora até chegar à temperatura final, influencia diretamente o teor e a qualidade da antocianina. Comparando estes valores com os da Tabela 4, para morango da mesma proveniência, sem tratamento térmico (ainda que o processamento tenha sido feito com varinha mágica e não com a batedeira), verifica-se que os valores são aproximados. Tal leva a concluir que a duração do tempo de aquecimento é um parâmetro fundamental a ter em conta no processamento térmico dos frutos, e que quanto mais rapidamente se atingir a temperatura final do TT, maior será o conteúdo de pelargonidina-3-glucósido no produto final e menos extensa será a degradação das antocianinas.

**Tabela 7:** Variação da matéria-prima: morango com pedúnculo e morango sem pedúnculo.

AMOSTRA / PROCESSO	mg PG/100 g FW	ADI A <sub>500</sub> /A <sub>420</sub>	PPO Un/min .g FW
<b>Morango com pedúnculo: moagem com batedeira, seguido de TT (92 °C, 1 min) em banho-maria, 15 min para chegar à T final.</b>	22,6	1,86	0,06
<b>Morango sem pedúnculo: moagem com batedeira, seguido de TT (92 °C, 1 min), em banho-maria, 15 min para chegar à T final.</b>	25,8	1,97	ND

O tempo de aquecimento foi mais rápido porque foi inserido uma resistência no banho-maria, para minorar o arrefecimento do banho.

Foi constatado que a constituição da matéria-prima, neste caso morango obtido no comércio com e sem pedúnculo, não altera de forma significativa os resultados. A atividade da PPO diminuiu, mas não desaparece totalmente na amostra analisada.

**Tabela 8:** Amostras com aplicação de tratamento térmico ao morango inteiro anterior à moagem.

AMOSTRA / PROCESSO	mg PG/100g FW	ADI A <sub>500</sub> /A <sub>420</sub>	PPO Un/min .g FW
<b>TT dos morangos inteiros (85 °C, 5 min), em banho-maria e 1 h 10 min até chegar a T final, seguido de moagem com batedeira.</b>	7,3	1,43	ND
<b>TT dos morangos inteiros (92 °C, 1 min), em banho-maria, cerca de 15 min até chegar a T final, seguido de moagem com batedeira.</b>	16,8	1,64	0,06

Comparando estes dados com o da tabela 5, verifica-se que o facto do morango sofrer tratamento térmico antes da moagem, não tem uma influência significativa nos resultados. A condição determinante é, mais uma vez, o tempo total do aquecimento. Também neste caso se pode verificar, por análise a uma das amostras, que embora o teor de PPO seja reduzido, esta enzima não é completamente inativada.



**Tabela 9:** Amostras com tratamentos térmicos e diferentes tipos de águas: água canalizada disponível na FCT-UNL e água destilada

AMOSTRA / PROCESSO	mg PG/100g FW	ADI A <sub>500</sub> /A <sub>420</sub>	PPO Un/min .g FW
<b>Moagem com bateadeira, seguida de diluição 2:3 em água canalizada, TT (92 °C, 1 min) em banho-maria, 15 min para atingir T final</b>	13,0	1,65	0,06
<b>Moagem com bateadeira, seguida de diluição 2:3 em água destilada, TT (92 °C, 1min) em banho-maria, 15 min para atingir T final</b>	9,1	1,55	ND

Os resultados mostram que no caso em que a diluição foi feita com água da canalização o teor de pelargonidina é mais elevado, assim como o valor de ADI, ou seja há uma melhor conservação das antocianinas relativamente ao que se passa quando a diluição é feita com água destilada. Uma possível explicação é o efeito que os minerais da água podem ter na redução da velocidade de alteração das antocianinas. Também aqui, para uma das amostras (com água canalizada) a actividade da PPO diminuiu, devido ao tratamento térmico, mas ainda se observa.

**Tabela 10:** Amostra do sumo “Compal Essencial”

AMOSTRA / (PROCESSO)	mg PG/100g FW	ADI A <sub>500</sub> /A <sub>420</sub>	PPO Un/min .g FW
<b>Compal essencial morango</b>	6,5	1,03	0,016

No caso do sumo elaborado e comercializado pela Sumol+Compal, verifica-se que a quantidade e qualidade da antocianina presente é inferior ao das amostras analisadas anteriormente, sendo de uma ordem de grandeza idêntica às das amostras com prolongado tempo de aquecimento. Verifica-se ainda que a actividade da PPO é bastante inferior à das amostras analisadas, mas que ainda se verifica atividade.

Na Figura 31, é nítido que o escurecimento é mais acentuado no extrato do produto comercial que nos extratos das amostras.



**Figura 31:** Fotografia dos extratos provenientes de algumas amostras utilizadas neste estudo. Da esquerda para a direita: sumo da Sumol+Compal; massa de morango sem tratamento térmico; massa de morango diluída (2:3) em água canalizada; massa de morango submetida a tratamento térmico de 1h.

## **4.2.Colorimetria**

### **4.2.1.Resultados obtidos para amostras de massa de morango com aditivos**

Na Tabela 11 apresentam-se os resultados da colorimetria para a amostra padrão (sem aditivos) e para amostras aditivadas, obtidos ao fim de 7 dias e de 20 dias. As experiências foram descontinuadas após este período porque as amostras ficaram contaminadas.

De acordo com os resultados, verifica-se que o parâmetro L não varia significativamente entre amostras aditivadas e o padrão; também não há alteração relevante entre os valores de L ao fim de 7 dias e de 20 dias. Há para todos os aditivos uma diminuição do valor do parâmetro a, que corresponde a uma diminuição da contribuição da cor vermelha. Conclui-se assim, que os aditivos utilizados não contribuem para a melhoria da qualidade da cor.

**Tabela 11:**Colorimetria das amostras aditivadas em 7 e 20 dias.

	L		a		b	
Temperatura Ambiente	1ª (7 dias após)	2ª (20 dias após)	1ª (7 dias após)	2ª (20 dias após)	1ª (7 dias após)	2ª (20 dias após)
Padrão	36,54	36,40	18,75	15,11	9,22	9,43
Tocoferol	36,67	36,19	14,16	14,85	4,13	10,08
Tomate	36,28	38,60	18,64	13,19	9,80	9,67
Transglutaminase	36,15	36,85	18,71	15,39	9,51	10,82
Catalase	36,87	36,36	17,19	13,40	8,82	7,45
NaCl	36,16	35,80	19,64	15,97	10,57	10,02

#### 4.2.2.Avaliação colorimétrica de massas de Morango + Banana

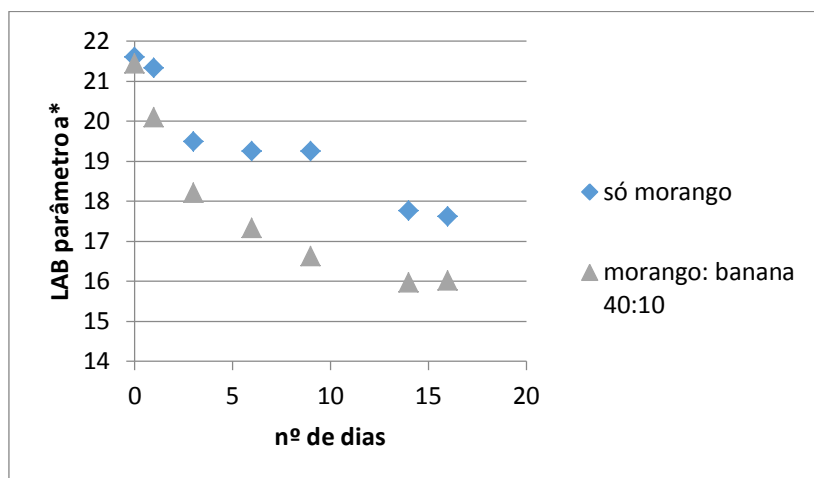
O sumo Compal Essencial de Morango produzido pela Sumol+Compal, tem na sua composição morango e banana, segundo informação do seu rótulo. Na tentativa de produzir uma formulação idêntica, fez-se uma mistura de massa de morango e banana, como descrito em 3.1.6 e comparou-se o seu escurecimento ao longo dos 20 dias, à temperatura ambiente, com massa obtida só de morango. Observou-se um escurecimento acentuado na amostra de massa de morango e banana (Figuras 32 e 33), compatível com a diminuição evidente do valor do parâmetro a (Figura 34), parâmetro esse que é diretamente relacionada com a cor vermelha. Os parâmetros L e b não apresentaram variações nítidas.



**Figura 32:** Amostra da massa de morango, após 20 dias à temperatura ambiente. Foto:Aida Branco



**Figura 33:** Amostra da massa de morango com banana (40:10), após 20 dias à temperatura ambiente. Foto:Aida Branco



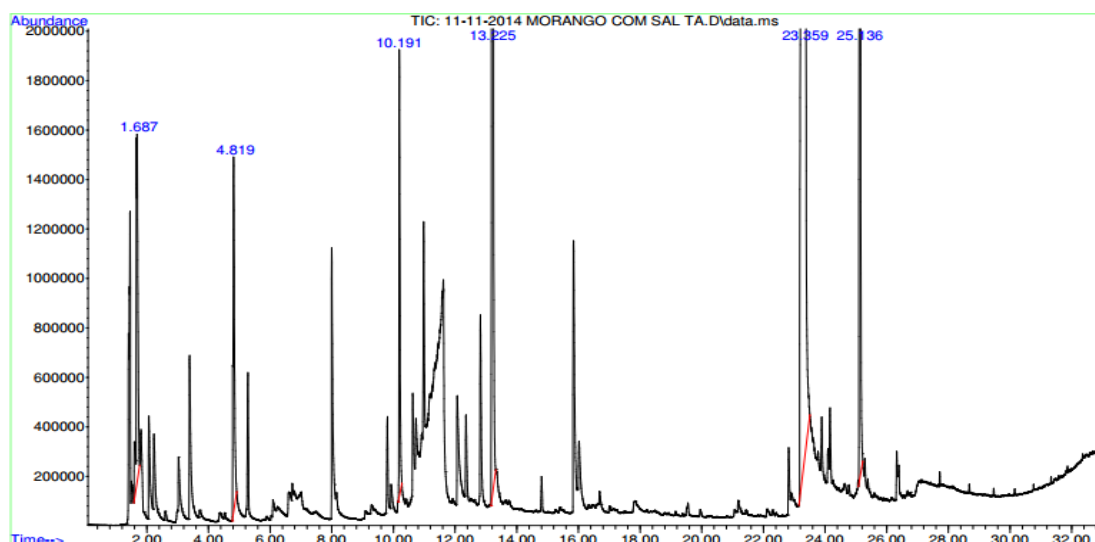
**Figura 34:** Variação do parâmetro a ao longo do tempo para amostras acima descritas.

### 4.3.Compostos Voláteis

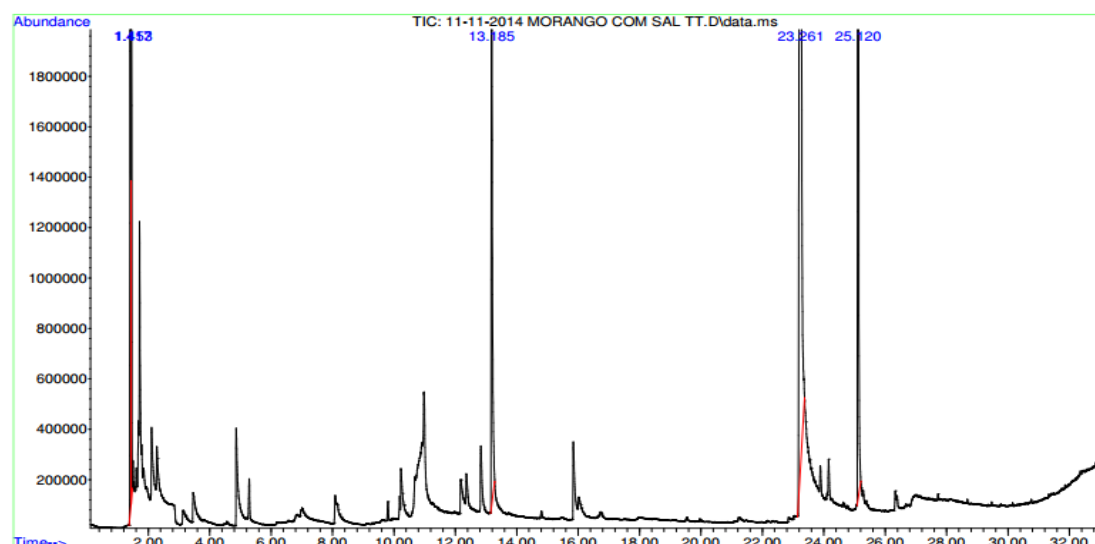
Foram analisadas por HS-SPME GC-MS amostras do sumo de morango com tratamento térmico e sem tratamento térmico. As amostras foram preparadas a partir de morangos da empresa Sumol+Compal, descongelados a temperatura ambiente, feito a moagem e passagem pelo passivir. A amostra que foi dado o tratamento térmico foi a 92°C durante 1 minuto e levando 15 minutos para chegar na temperatura final.

Na análise do perfil dos cromatogramas obtidos, verificou-se uma forte diminuição dos componentes voláteis nas amostras submetidas a tratamento térmico, quer qualitativamente, quer quantitativamente. Esta constatação era previsível devido à eventual termodegradação e/ou volatilização de parte dos componentes. (**Figuras 35 e 36**)

A interpretação dos cromatogramas revelou a presença de uma grande variedade de compostos voláteis nas duas amostras analisadas. Nos cromatogramas das amostras analisados foram identificados 31 compostos voláteis.



**Figura 35:** Cromatograma de HS-SPME-GC-MS da amostra do sumo de morango com sal à temperatura ambiente.



**Figura 36:** Cromatograma de HS-SPME-GC-MS da amostra do sumo de morango com sal em tratamento térmico.

Os resultados obtidos da análise comparativa dos perfis das duas amostras, encontram-se resumidos na Tabela 12. Verificou-se que a amostra que não foi submetida a tratamento térmico apresenta 26 compostos dos 31 compostos identificados. A amostra com tratamento térmico apenas apresenta 16 compostos dos 31 compostos identificados. Note-se no entanto, que destes 5 não são identificados na amostra que não foi sujeita a tratamento térmico. De acordo com o expectável os compostos mais afectados foram os da primeira parte do cromatograma (compostos mais voláteis). É ainda de destacar que o acetato de metilo, identificado por alguns autores (Zabetakis et al.,1997; Sanz et al., 1997) como tendo uma contribuição

importante para o aroma do morango, não está presente no sumo sujeito a tratamento térmico.

Note-se ainda que os picos que surgem em ambos os cromatogramas, têm menor intensidade no cromatograma da amostra submetida a tratamento térmico.

**Tabela 12:** Composição Química da Fração Volátil do Morango

Composição Química da Fração Volátil do Morango				
Pico	tr (min)	Composto	TA Conc. relat. (%)	TT Conc. relat. (%)
1	1,592	Álcool etílico	0,17	
2	1,706-1,784	Acetona	0,80	5,72
3	1,785	Acetato de metilo	0,90	
4	2,059-2,102	2,3-Butadiona	1,03	3,62
5	2,219-2,268	Acetato de etilo	0,82	2,21
6	2,971	3-Metil-2-butanona (Pentanona)	0,07	
7	3,02	3-Metil-2-butanal (Isopentanal)	0,72	
8	3,380-3,455	Butanoato de metilo	1,57	2,47
9	4,354	Isopentanoato de metilo	0,02	
10	4,511	2,2,4-Trimetil-3-penten-1-ol	0,07	
11	4,789	Butanoato de etilo	3,61	
12	4,854	Butanoato de heptilo		6,32
13	6,08	3-Metilbutanoato de etilo	0,20	
14	6,586	2-Metil-4-pentanal	0,13	
15	8,031	Caproato de metilo	2,00	
16	8,083	4-Metil-pentanoato de metilo		1,37
17	9,78	2,2,4,6,6-Pentametil-heptano	0,60	
18	9,789	2,2,7,7-Tetrametiloctano		0,61
19	10,224	Caproato de etilo		2,79
20	10,699	Ácido capróico		0,53
21	12,061-12,166	2,5-Dimetil-4-metoxi3(2H)-Furanona	1,47	0,51
22	12,339-12,342	$\alpha$ -Terpineno	0,61	1,82
23	12,810-12,823	cis-Linalool óxido	1,42	3,32
24	13,169-13,173	$\beta$ -Linalool	11,54	23,11
25	15,817-15,840	p-Menth-1-en-8-ol	2,51	4,18
26	16,003	Mirtenol	0,84	
27	21,426	Etilbutanoato de alilo	0,16	
28	22,809	7,11-Dimetil-3-metileno-1,6,10-dodecatrieno	0,49	
29	23,185-23,871	5-Hexildihidro-2(3H)-furanona	51,06	1,28
30	24,077	$\alpha$ -Farneseno	0,20	
31	25,090-25,106	(6E)-3,7,11-Trimetil-1,6,10-dodecatrien-3-ol	16,99	40,15
			26 (11)	16 (11)

#### 4.4. Análise Sensorial

O novo produto foi obtido de um subproduto do sumo do morango, com o objetivo de aproveitamento, já que é uma parte descartada. A análise sensorial é para distinguir se o novo produto, tem características sensoriais que agrada o consumidor, vendo que o produto distingue dos produtos do mercado, por conter a parte do morango como: pedúnculos, fibra do morango.

*Primeira etapa:* O grupo, sendo constituído por alunos e professores do Mestrado em Ciências Gastronómica, reunia um conjunto de pessoas com sensibilidade e uma experiência superior à média a nível gastronómico, assim possuía capacidades para descrever as possíveis aplicações do doce de morango e para analisar o produto e descrever a experiência sensorial. Tal tornou a discussão muito rica, pois foi possível identificar não somente as opiniões sobre atributos a colocar para o teste CATA, mas também como consumidores individuais e até profissionais poderiam fazer uso desse produto em seu cotidiano.

Os participantes do grupo de foco elaboraram a ficha que seria utilizada no teste de análise sensorial com o grupo de participantes da segunda etapa, pois não havia nenhuma ficha relativa a este tipo de produto.

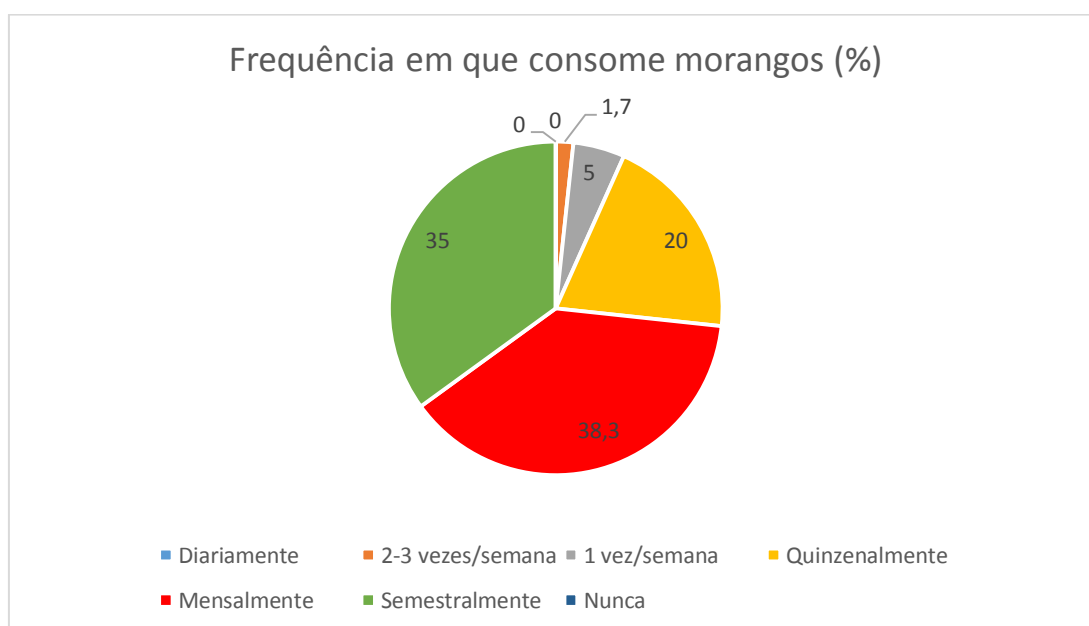
Foi decidido para a segunda etapa optar pela metodologia CATA, em que se apresenta uma lista de atributos pré estabelecidos, em vez de se optar por respostas abertas em que cada provador listasse os atributos que considerava importantes, pois a análise iria ser realizada por provadores não treinados, com pouca experiência. *Segunda etapa:* A sessão iniciou-se com o preenchimento de uma ficha de recrutamento (Figura 29) e Com base nela elaborou-se o perfil do grupo de cerca de 60 consumidores participantes na segunda etapa (teste de análise sensorial). Este é apresentado na Tabela 13.

**Tabela 13:** Perfil dos participantes da segunda etapa da análise sensorial do doce de morango.

Variáveis	Classes	Percentual (%)
Sexo	Feminino	61.6
	Masculino	38.4
Faixa etária (anos)	18-25	33.3
	26-35	28.3

	36-50	28.3
	Mais de 50	10.1
<b>Gosta ou desgosta de morango</b>	Gosto muito	63.3
	Gosto moderadamente	35.0
	Não gosto e nem gosto	0
	Desgosto moderadamente	0
	Desgosto muito	1.7
<b>Gosta ou desgosta de doces, compotas de morango</b>	Gosto muito	23.3
	Gosto moderadamente	60
	Não gosto e nem gosto	13.3
	Desgosto moderadamente	3.4
	Desgosto muito	0

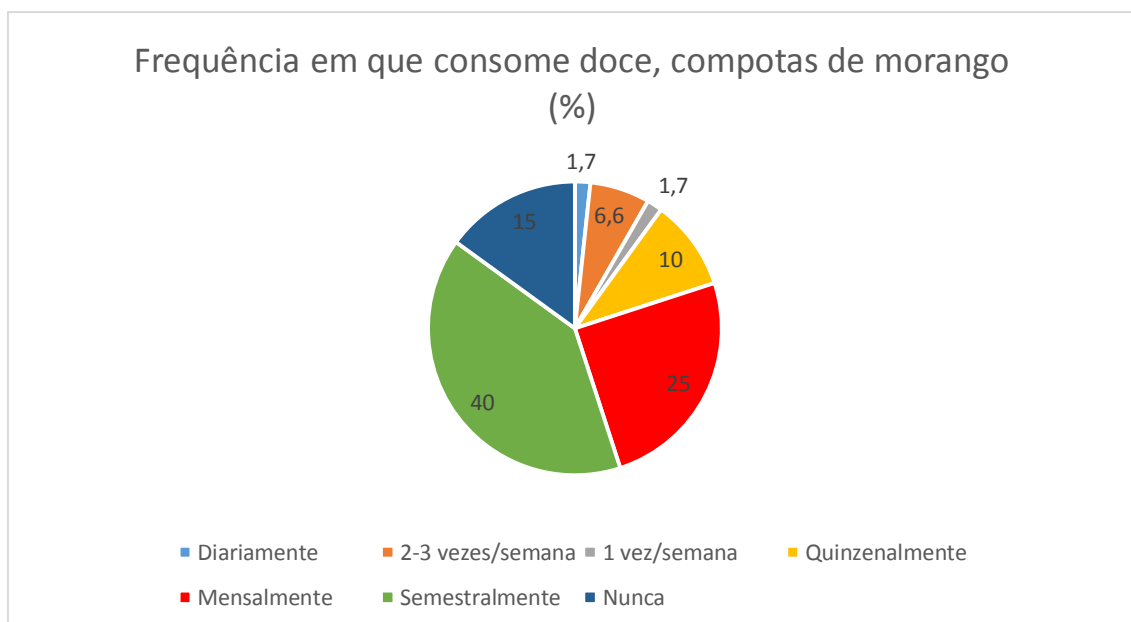
Relativamente à periodicidade do consumo de morangos, os 60 participantes ficaram divididos em uma periodicidade quinzenal (20%), semestral (35%) e mensal, a mais elevada, de 38.3% (**Figura 37**). Essa percentagem mostra que os provadores das formulações tem o hábito de consumir morango, o que facilita nas percepções sensoriais (aroma, cor, sabor, aparência).



**Figura 37:** Frequência com que os participantes na análise sensorial consomem morango.



Já para a frequência do consumo compotas e geleias, verificou-se que os provadores em geral, têm o hábito de consumir doces de morangos e nota-se que a frequência é dividida em semestralmente, mensalmente e quinzenalmente porque a oferta de doces há o ano todo (**Figura 38**).



**Figura 38:** Frequência em que consome doce, compotas de morango

Relativamente às análises sensoriais das amostras apresentadas todas as formulações avaliadas foram aprovadas pelos julgadores, uma vez que receberam uma classificação média dentro da região de aceitação da escala hedônica de nove pontos (**Tabela 14**). Note-se no entanto que, dado o tempo disponível e as características deste trabalho, apenas se fez o desenvolvimento preliminar de um produto, para avaliar as suas potencialidades e que este tem grandes possibilidades de ser optimizado. Os resultados deste teste de análise sensorial podem inclusivamente dar pistas para o desenvolvimento futuro.

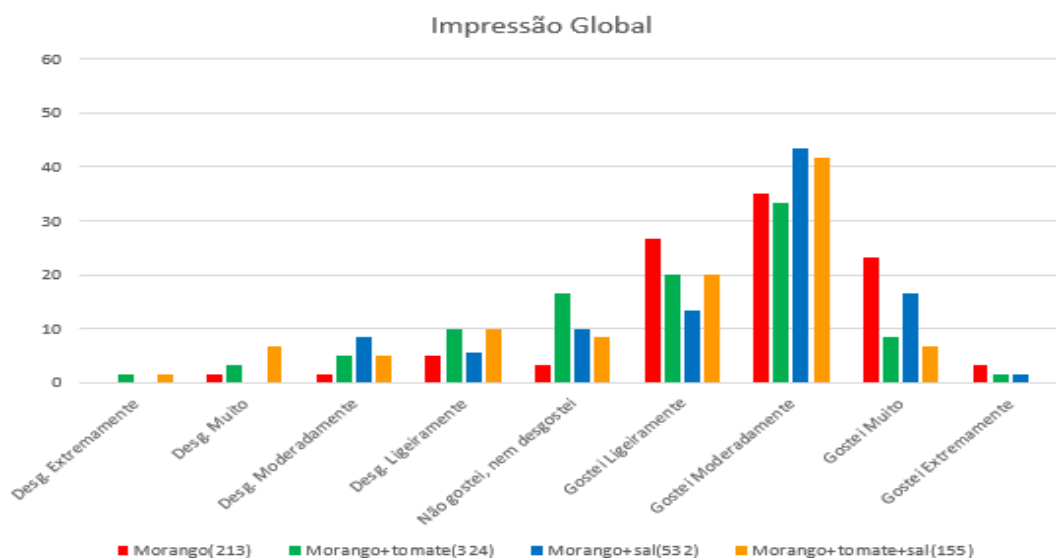
Observou-se que as amostra somente com morango apresentaram as maiores médias para todos os atributos avaliados, inclusive a intenção de compra. Tal pode ser justificado pelo facto dos provadores terem sido informados que iam provar produtos à base de morango e nestes o sabor ser um pouco diferente devido à presença do tomate. Contudo, houve diferenças significativa entre as classificações médias das amostras somente para os atributos impressão global e sabor e para a intenção de compra (**Tabela 14**).

**Tabela 14:** Médias dos valores hedônicos obtidos pelo teste de aceitação em relação aos atributos impressão global, sabor, aroma, aparência e cor e para a intenção de compra das formulações a base da escória do morango.

Atributos/Amostras	Impressão Global	Sabor	Aroma	Aparência	Cor	Intenção de Compra
Morango	6.6 A	6.6 A	6.6 A	6.1 A	6.4 A	3.3 A
Morango + sal	6.3 AB	6.5 A	6.6 A	5.7 A	6.3 A	3.0 AB
Morango + tomate	5.8 B	5.6 B	6.2 A	6.1 A	6.1 A	2.8 BC
Morango + tomate + sal	5.7 B	5.5 B	6.0 A	5.7 A	6.1 A	2.6 C

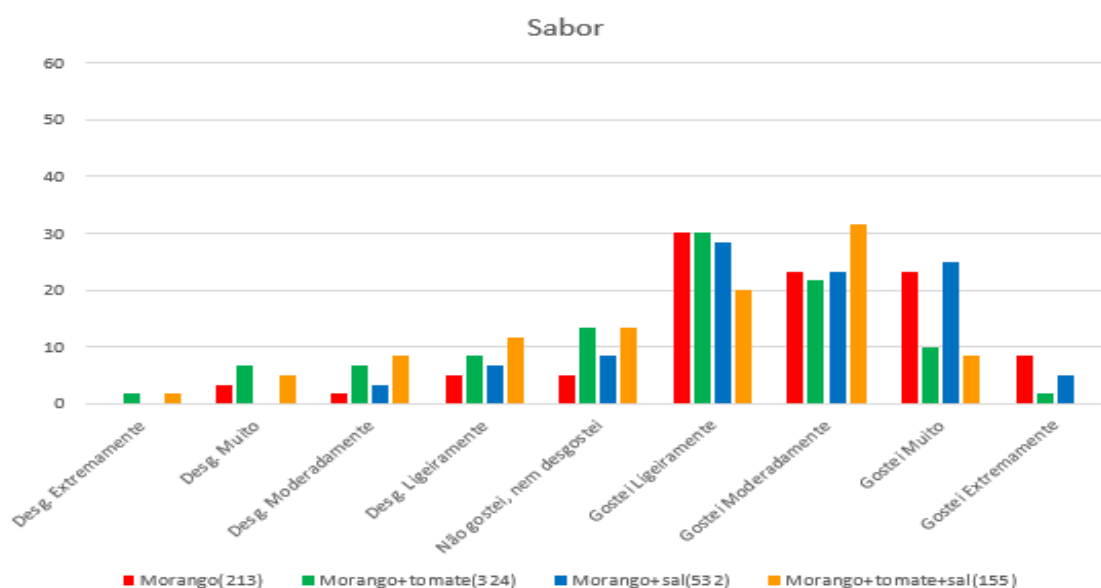
\* Valores seguidos por pelo menos uma letra igual na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

Na avaliação da impressão global, foi observada a distribuição de notas apresentada na **Figura 39**. Verifica-se que a maioria dos provadores atribuiu notas na zona de aceitação, sendo a mais atribuída para todas as amostras foi a classificação “Gostei Moderadamente”.



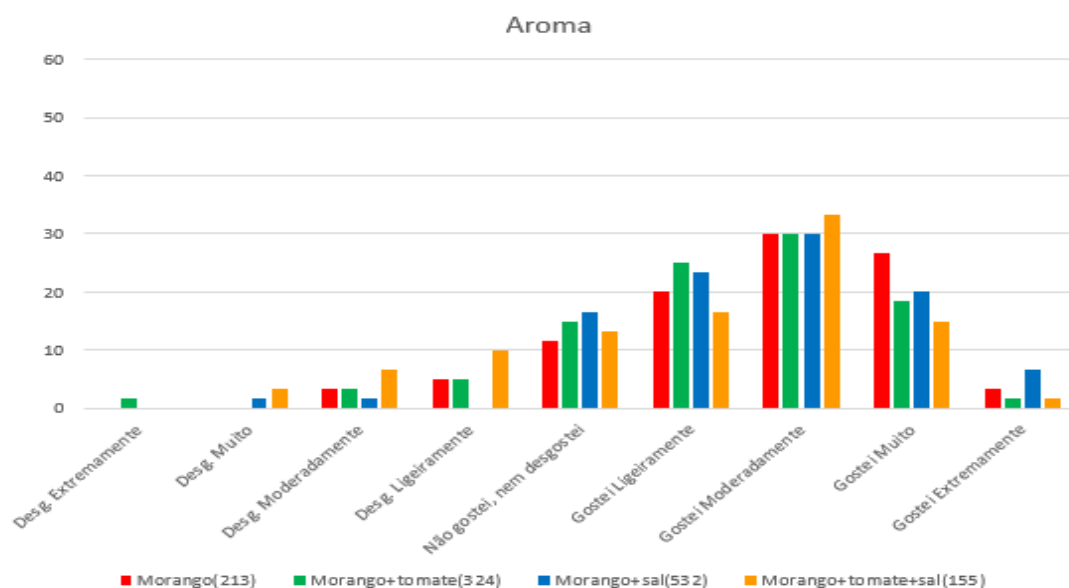
**Figura 39:** Representação gráfica da impressão global das amostras do doce de morango.

Para o atributo sabor, todas as amostras tiveram também notas médias dentro da zona de aceitabilidade. Note-se no entanto que há uma percentagem maior dos provadores que as avaliou como “gostei ligeiramente”, com a excepção da amostra tomate+morango+sal que foi maioritariamente avaliada com a classificação “gostei moderadamente”. No entanto verifica-se que as amostras sem tomate (com e sem sal) foram avaliadas como “Gostei Muito” por uma percentagem de provadores superiores a 20%. (**Figura 40**)



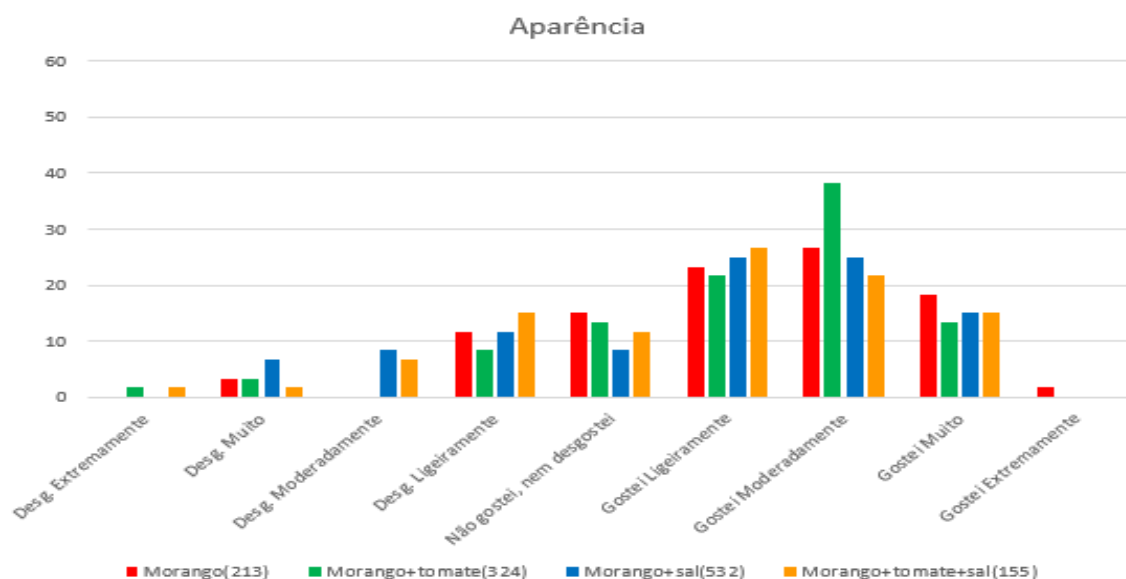
**Figura 40:** Representação gráfica do sabor das amostras do doce de morango.

Para o atributo aroma, embora se esperasse uma diferença significativa com as amostras que continham sal, no seguimento de observações anteriores sobre a influência do sal na libertação de aromas e o seu contributo para aumentar a aceitabilidade dos produtos (Zimmermann, 2014), tal não se verificou, não há diferenças significativas entre as amostras (Tabela 14) tendo estas obtido a mesma classificação média no caso de produtos apenas com morango. A distribuição das classificações mostra que também neste caso a nota que reuniu maior consenso dos provadores, para todas as amostras, foi a classificação “gostei moderadamente”. Também para este atributo houve uma percentagem grande de provadores que classificou a amostra de morango se sal com a nota “Gostei muito” (**Figura 41**)



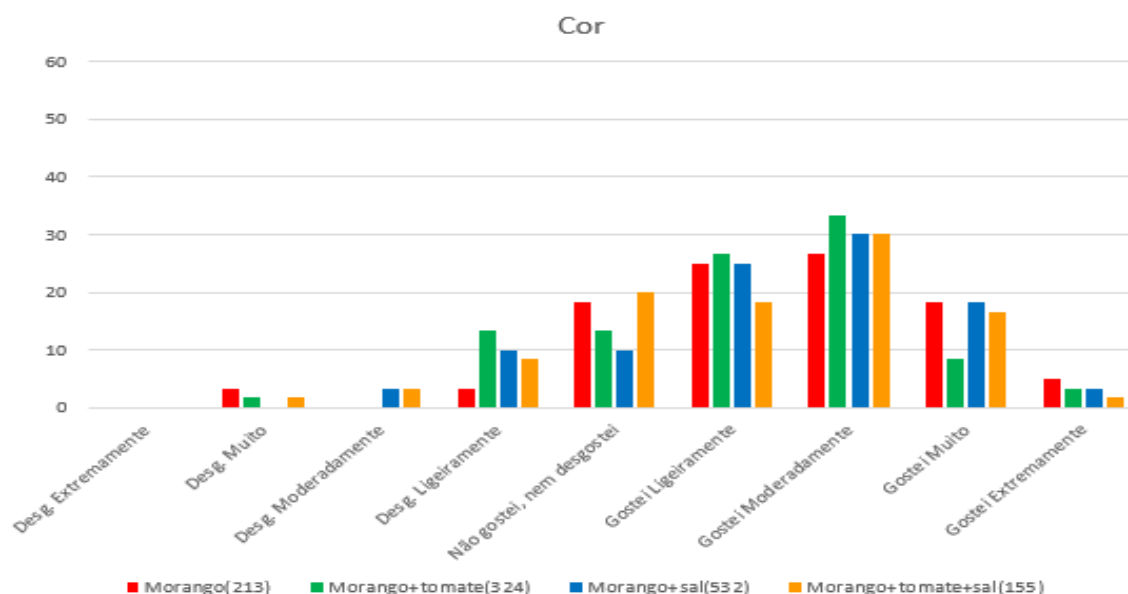
**Figura 41:** Representação gráfica do aroma das amostras do doce de morango.

No atributo aparência, tal como nos casos anteriores as médias situam-se na zona de aceitação, mas sem diferenças significativas entre elas. As classificações mais consensuais dos provadores distribuem-se entre o “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. (Figura 42).



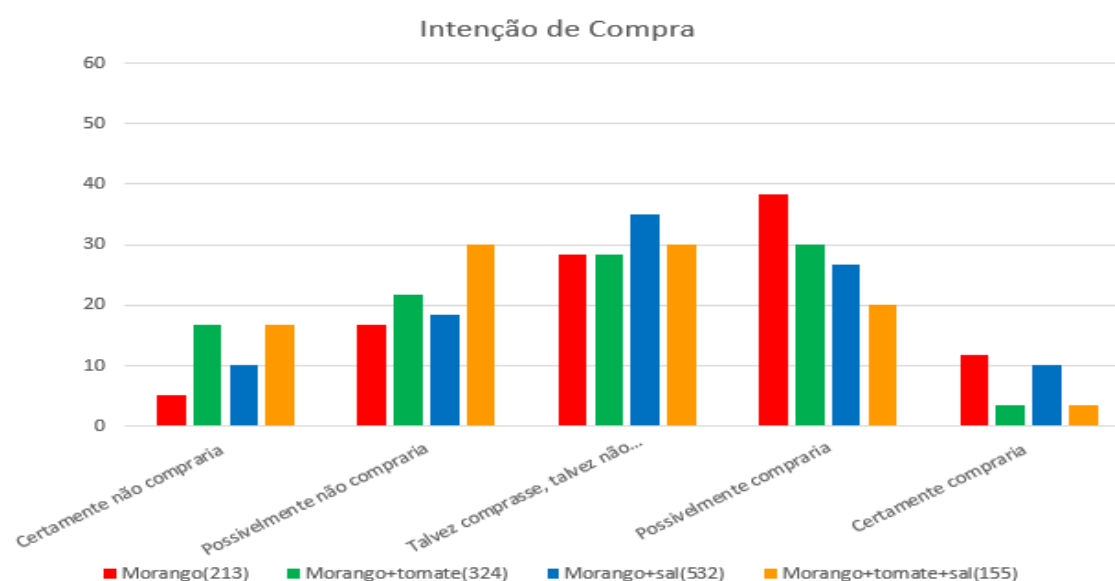
**Figura 42:** Representação gráfica da aparência das amostras do doce de morango.

Para o atributo cor, tal como nos casos anteriores as amostras tiveram boa aceitabilidade sendo a classificação mais consensual para todas as amostras o “gostei moderadamente” (**Figura 43**).



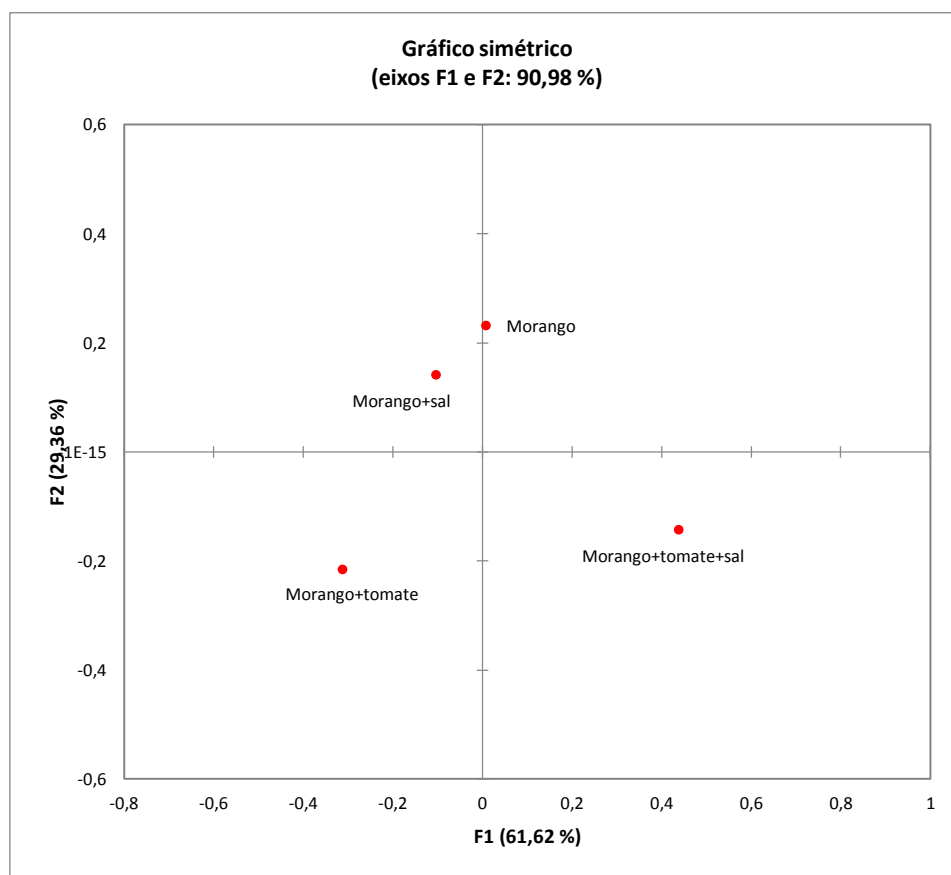
**Figura 43:** Representação gráfica da cor das amostras do doce de morango.

Na Figura 44 é apresentado o histograma de frequência da intenção de compra das formulações com a base de escória do morango. Os resultados da intenção de compra confirmam a aceitabilidade e confirmam a preferência dos provadores pela formulação Morango que obteve o maior percentual de intenção de compra. Sendo esta significativamente superior à intenção de compra das outras amostras. A nota mais consensual para a amostra de morango sem sal foi de (4) “possivelmente compraria”.



**Figura 44:** Representação gráfica da intenção de compra das amostras do doce de morango.

Relativamente à identificação dos atributos que caracterizam cada amostra, verifica-se que os provadores conseguiram distinguir as amostras que foram submetidas em avaliação. Na Figura 45 demonstra-se que as amostras semelhantes ficam próximas umas das outras de acordo com as suas características. Para as amostras Morango (213) e Morango+sal (532), foram identificadas mais semelhança, enquanto as amostras com tomate ficaram separadas nos quadrantes 3 e 4.

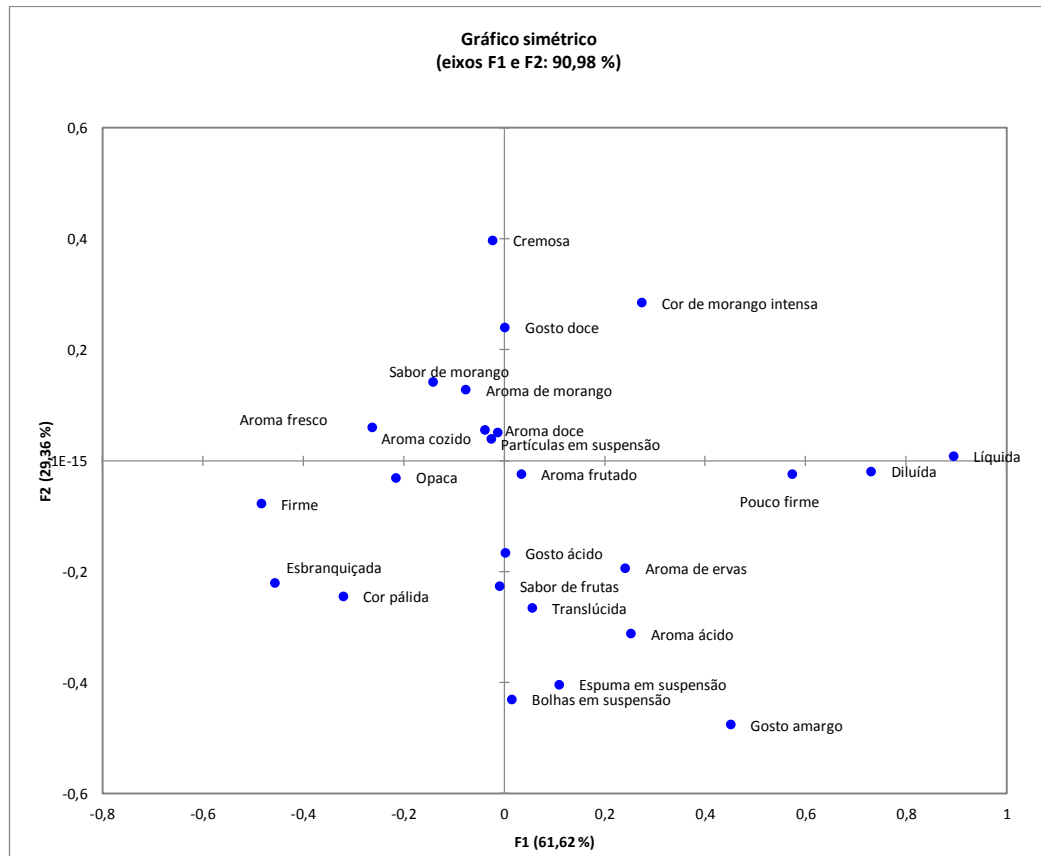


**Figura 45:** Representação gráfica das amostras de acordo com sua semelhança

De acordo com a Figura 46, os atributos que mais se aproximaram da amostra morango e morango+sal foram o gosto doce, cor intensa do morango, cremosa e as características relacionadas ao aroma, como cozido e doce e sabor a morango.

Para a amostra morango+tomate+sal foram observadas aproximações com várias características como o aroma a frutado e a ervas, acentuou o gosto ácido e amargo e a textura pouco firme.

Foi possível observar que as amostras que tiveram o sal se destacaram em relação aos atributos aromas e os sabores, daquelas que não continham sal o que vai de encontro ao esperado inicialmente.



**Figura 46:** Representação gráfica dos atributos do morango

Globalmente os resultados foram positivos e demonstram a potencialidade deste produto, à base de um sub-produto da indústria dos sumos, particularmente que poderia ter aceitação por parte dos consumidores.

---

## CONCLUSÃO

---

A conservação do morango por longos períodos ainda é um desafio tecnológico a ser ultrapassado. Nenhum método economicamente viável preserva a qualidade da fruta fresca, o que resulta na perda de suas características peculiares de textura, aroma, cor e sabor. Também por sua composição química complexa, todos os produtos processados de morango, geléias e sumos, por exemplo, mesmo elaborados e embalados com alta tecnologia, têm vida-de-prateleira relativamente curta, com perdas expressivas de cor e sabor.

A perda de qualidade é diretamente proporcional ao tempo e temperaturas elevadas aos quais o produto é exposto no processamento. Verifica-se uma degradação da cor que pode resultar da reação de Maillard ou por escurecimento enzimático. Verificou-se que mesmo com o tratamento térmico, embora haja uma diminuição da actividade da enzima polifenoloxidase, esta não é completamente inactivada. Assim, durante o período de comercialização, pode ocorrer o escurecimento enzimático. Tal foi comprovado na medição dos valores de antocianina presentes. .



O tratamento térmico, embora necessário para pasteurização e inativação enzimática, elimina a maioria dos compostos voláteis que estão presentes no sumo de morango e podem contribuir para o seu aroma característico. Verificou-se que dos 26 picos identificados e atribuídos no cromatograma de um sumo sem tratamento térmico, apenas 11 estavam presentes no de um sumo idêntico, mas submetido a tratamento térmico. Verificou-se ainda que no sumo submetido a tratamento térmico, surgiam 5 novos picos, resultantes provavelmente de compostos. Verificou-se ainda que os picos que surgem em ambos os cromatogramas, têm menor intensidade no cromatograma da amostra submetida a tratamento térmico.

Em linha com as preocupações actuais com a sustentabilidade, fizeram-se estudos preliminares para o desenvolvimento de um novo produto que utiliza a polpa descartada na produção dos sumos de morango. Apesar de ser um produto novo e com características diferentes dos disponibilizados no mercado, testes de análise sensorial demonstraram uma avaliação positiva por parte dos consumidores em todos os atributos avaliados. Verificou-se ainda, através dos valores obtidos para a intenção de compra, que o produto teve uma boa aceitação. É importante contudo destacar que esta fase no desenvolvimento do produto foi apenas uma fase preliminar e que para um melhor resultado era necessário fazer novas formulações com vista a uma optimização do produto. Os resultados obtidos no teste de análise sensorial podem dar uma contribuição para eventuais etapas de desenvolvimento futuras.

Em conclusão, para que o industrial tenha produtos de fruta que preservem as características de qualidade da fruta fresca, torna-se necessário que o produto seja rapidamente consumido, sendo repostado continuamente. Desse fato conclui-se grande parte da safra deve ser armazenada congelada para posterior processamento.

---

## BIBLIOGRAFIA

---

- Abd Allah, M.A., Zaki, M.S.A. (1974). *Preservation of mango juice by freezing and canning*. *Lie Narung*, v.18, p.207-16.
- Adams, J.; Williams, A.; Lancaster, B.; Foley, M. (2007). Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks. *In 7<sup>th</sup> Pangborn Sensory Science Symposium*, Minneapolis, USA.
- Afonso, J.C. (2002). *Análise Química Quantitativa*. Vogel. Livros Técnicos e Científicos, 6<sup>a</sup> Edição.
- AGRIANUAL - Anuário da Agricultura Brasileira. (2006). 11. ed. São Paulo: FNP Consultoria e Agro Informativos. 504p.
- Agricultural Research Service - United States Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference: Release 26. Disponível em:

<http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2460?qlookup=09316&format=Full&max=25&man=&lfacet=&new=1>. Acesso em: 10-01-2014.

- Aguilo I.A., Gemma O.O., Fortuny S.R., Belloso O.M. (2009). Avoiding non-enzymatic browning by high-intensity pulsed electric fields in strawberry, tomato and watermelon juices. *Journal of Food Engineering* 92 .37–43.
- Aguilo I.A., Gemma O.O., Fortuny S.R., Belloso O.M. (2009). Changes in quality attributes throughout storage of strawberry juice processed by high-intensity pulsed electric fields or heat treatments .LWT - *Food Science and Technology* 42 813–818.
- Alpendurata, M. F. (2000). Solid-phase microextraction: a promising technique for sample preparation in environmental analysis. *Journal of Chromatography A*, Amsterdam, v. 889, p. 3-14.
- Alves, R. M. V.; Garcia, E. E. C. (1993). Coletânea ITAL, 23 (2), p. 105.
- Amal, S.H.A. et al. (2010). Improving strawberry fruit storability by edible coating as a carrier of thimol or calcium chloride. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, v.2, n.3, p.88-97. Disponível em: <[http://idosi.org/jhsop/2\(3\)10/2.pdf](http://idosi.org/jhsop/2(3)10/2.pdf)>. Acesso em: 29 jan. 2012
- Andersen, O.M.; Cabrita, L.; Fossen, T., et al. (1998) Colour and stability of pure anthocyanins influenced by pH including the alkaline region, *Food Chemistry*, v.63, n.4, p. 435-440.
- Antunes, O.T. (2005) *Abelha Jataí como agente polinizador de cultivares de morangueiros em ambiente protegido*. Março de 2005. 129f. Dissertação de Mestrado em Agronomia. Passo Fundo.
- Araújo, J.M.A. (2004). *Escurecimento enzimático*. In: Química de alimentos: teoria e prática. 3.ed. Viçosa: UFV, p. 287-303.
- Ares, G., Barreiro, C., Deliza, R., Giménez, A., & Gámbaro, A. (2010). Application of a check-all-that-apply question to the development of chocolate milk desserts. *Journal of Sensory Studies*, 25, 67–86.
- Ares, G., Varela, P., Rado, G., & Giménez, A. (2011). Are consumer profiling techniques equivalent for some product categories? The case of orange-flavoured powdered drinks. *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 1600–1608.

- Ares, G.; Dauber, C.; Fernández, E. Giménez, A.; Varela, P. (2014). Penalty analysis based on CATA questions to identify drivers of liking and directions for product reformulation. *Food Quality and Preference*, v. 32, p. 65–76.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. (1998). Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas - NBR 14141. 3p.Rio de Janeiro.
- Associação das Indústrias Processadoras de Frutos Tropicais. Relatório sobre exportações de sumos de frutas. Aracaju; 2001. Disponível em: [http://tropicaljuice.com.br]. Acesso em: 20 maio 2002.
- Azodanlou R., Darbellay C., Luisier J., Villetaz J., Amadò R. (2004). Changes in flavor and texture during the ripening of strawberries. *European Food Research and Technology* 218: 167-172.
- Backhaus, W. G. K. (1998). Physiological and psychological simulations of color vision in humans and animals. In W. G. K. Backhaus, R. Kliegl & J. S. Werner (Eds.), *Color vision: Perspectives from different disciplines*, (pp. 45-78). Berlin: de Gruyter.
- Bernhardt, L.W. et al. (1979). Mudanças que ocorrem durante o armazenamento de frutas e hortaliças congeladas. *Bol. Inst. Tecnol. Alim.*, v.16, p.9-34.
- Blenford, D. E. (1996). Winner drinks: use of amino acids and peptides in sports nutrition. *Int Food Ingrid*; 3: 20-5.
- Bridle, P.; Timberlake, C.F. (1997). Anthocyanins as natural food colours – selected aspects. *Food Chemistry*, v.58, n.1-2, p.103-109.
- Broek, A.V.D. (1993). Functional Foods: The japanese aproach. *Int Food Ingrid* ; 5: 4-10.
- Bruni, L.F., Cruz, A.A.V. (2006). Sentido cromático:tipos de defeitos e testes de avaliação clínica. *Arq Bras Oftalmol*. 69(5): 766-75.
- Cantillano, R. F .F. (2005). Sistema de produção do morango - Sistema de produção, nov. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em 03/01/2012.
- Cantillano, R.F.F. (1998). *Estudio del efecto de las atmósferas modificadas durante el almacenamiento y comercialización de algunas frutas y hortalizas*. 275f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidad Politécnica de Valencia, UPV, Espanha.

- Chisari M., Barbagallo R.N., Spagna G. (2007). Characterization of polyphenol oxidase and peroxidase and influence on browning of cold stored strawberry fruit. *J Agric Food Chem.* 2007 May 2;55(9):3469-76. Apr 4.
- Chitarra, M. I. F., Chitarra, A. B. (2005). Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: *ESAL/FAEPE*. 735p.
- Choudhury, S.N.; Ghosh, A. C.; Saikia, M.; Choudhury, M.; Leclercq, P.A. (1996). Volatile constituents of the aerial and underground parts of *Curcuma aromatica* Salisb. from India. *Journal Essential Oil Research*, v. 8, p. 633–638.
- Coultate, T.P. (2002). *Food - The Chemistry of its Components*, Cambridge, Royal Society of Chemistry.
- Crumiére, F. (2000). Inhibition of enzymatic browning in food products using bio-ingredients. Thesis (Master of Science) - Department of Food Science and Agricultural Chemistry, McGill University, Montreal.
- Darolt, M.R. (2008). *Qualidade dos alimentos orgânicos*. Disponível em 31 de outubro de 2008.
- Dervisi, P.; Lamb, J.; Zabetakis, I. (2001). High pressure processing in jam manufacture: effects on textural and colour properties. *Food Chem.*, United Kingdom, v. 73, n. 1, p. 85-91, Apr.
- Dincer, B.; Colak, A.; Aydin, N.; Kadioglu, A.; Güner, S. (2002). Characterization of polyphenoloxidase from Medlar fruits (*Mespilus germanica* L., Rosacea). *Food Chemistry*. V. 77:1-7.
- Dolores R., Loey A.V, Hendrickx M. (2007). Combined thermal and high pressure colour degradation of tomato puree and strawberry juice. *Journal of Food Engineering* .Volume 79, Issue 2, Pages 553–560. March.
- Dooley, L., Lee, Y. S., & Meullenet, J. F. (2010). The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. *Food Quality and Preference*, 21, 394–401.
- Drucker, P. (1986). *Inovação e Gestão: uma nova concepção de estratégia de empresa*. Lisboa: Editorial Presença.
- E.Nikkhah, M.Khayamy, R.Heidariand R.Jamee. (2007). Effect of Sugar Treatment on Stability of Anthocyanin Pigments in Berries. *Journal of Biological Sciences*, 7: 1412-1417.

- Faraoni, A. S.; Ramos, A. M.; Stringheta, P. C.; Laureano, J. (2008). Efeito dos métodos de conservação, tipos de embalagem e tempo de estocagem na coloração de polpa de manga “Ubá” produzida em sistema orgânico. *Revista Ceres*. v. 55(6), p.504-511. Nov/Dez.
- Filho, J. D. Antunes, L. E. C. et al. (2007). Cultivares. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, vol. 28, n. 236, p. 20-23, jan.-fev. 2007.
- Finot, P.A. (2005). Historical perspective of the Maillard reaction in food science. *Ann NY Acad Sci*. 1043:1-8.
- Forney, C.F., Kalt, W.; and Jordan, M.A. (2000). The Composition of strawberry Aroma is Influenced by Cultivar, maturity, and storage. *HortSci*. 35. 6.1022-1026.
- Francis, F.J., (1989). Food Colorants: anthocyanins, *Critical Reviews Food Science Nutrition*, v.28, n.4, p.273-314.
- Franco, M. R. B. (2003). *Aroma e sabor de alimentos: temas atuais*. São Paulo: Livraria Varela, 246 p.
- Friedman M. (1996). Food browning and its prevention: an overview. *J Agric Food Chem*. 44:631-53.
- Gasull, E.; Becerra, D. (2006). Caracterización de Polifenoloxidase Extraída de Pêra (CV. Packam’s Triumph) y Manzana (cv. Red Delicious). *Información Tecnológica*. 17: 69-74.
- Gebhardt, S. E.; Thomas, R. G. (2002). Nutritive Value of Foods. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service, *Nutrient Data Laboratory*, Beltsville, Maryland.
- Gomes ES e Barbosa EF (2000). A Técnica de Grupos Focais para Obtenção de Dados Qualitativos. *Instituto de Pesquisa e Inovações Educacionais - Educativa*. 30 de Agosto.
- Gomes, P. (2007). *Fruticultura brasileira*. 13.ed. São Paulo: Nobel. p.342-348.
- Gómez-López, V. M. (2002). Some biochemical proprieties of polyphenol oxidase from two varieties of avocado. *Food Chem.*, v. 77, p. 163-169.
- Good, H. (2007). Solving color measurement challenges of the Food Industry. *Hunter Lab*, Reston, VA.
- Gössinger M., Moritz S., Hermes M., Wendelin S., Scherbichler H., Halbwirth H., Stich K., Berghofer E. (2009). Effects of processing parameters

- oncolourstability of strawberry nectar from puree. *Journal of Food Engineering* .Volume 90, Issue 2, Pages 171–178.
- Guthrie, H.A. (1989). *Introductory nutrition*. 7. ed. St. Louis, Mosby. p.381-94.
  - Haffner K. (2002). Postharvest quality and processing of strawberries. *Acta Horticulturae* 567: 715-722.
  - Harborne, J.B., Grayer, R.J. (1988). The anthocyanins. *In: The flavonoids: advances in research since 1980*. Chapman & Hall, London, p. 1-20. 1988.
  - Henrique, C.M.; Cereda, M. P. (1999)Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria Ananassa* Duch) cv IAC Campinas. *Ciência e Tecnologia em Alimentos*, Campinas,v.19, n.2, p.270-276.
  - Hodge JE. (1953). Chemistry of browning reactions in models systems. *J Agric. Food Chem.* 1(15): 928-43.
  - Holzwarth, M., Korhummel, S., Kammerer, D., Carle, R. (2012). Thermal inactivation of strawberry polyphenoloxidase and its impact on anthocyanin and color retention in strawberry ( *Fragaria x ananassa* Duch.) purés. *European Food Research & Technology*, Vol. 235 Issue 6, p1171.
  - Isenman, A.F. (2013) *Corantes*. 1ª edição. Timóteo-MG. 313p.
  - Kadivec M., Bornšek S.M., Polak T., Demšar L., Hribar J. and Požrl T. (2013). Phenolic Content of Strawberry Spreads during Processing and Storage *J. Agric. Food Chem.*, 2013, 61 (38), pp 9220–9229 .DOI: 10.1021/jf4035767Publication Date (Web): August 30.
  - Kaftas, E.; Kaftas S.; Koach-Dean, M.;Schwab, W.; Larkov, O.; Lavid, N.; Bar, E.; Ravid, U.; Lewinsohn, E. (2005). Comparison of methodologies for the identification of aroma compounds in strawberry. *Turk. J. Agric. Forest.* 19, 5, 383-390.
  - Kataoka, H.; Lord, H.; Pawliszyn, J. (2000). Applications of solid-phase microextraction in food analysis. *Journal of Chromatography A*, Amsterdam, v. 880, p. 36-62.
  - Krill AE. (1972). Evaluation of color vision. In: Krill AE, editor. *Hereditary retinal and choroidal diseases*. London: Harper & How. p.309-40.
  - Krolow, A. C. R.; Schwengber, J. E.; Ferri, N. (2007). Avaliações físicas e químicas de morango cultivar. Aromas produzidos em sistema orgânico e convencional. *Rev Bras Agroec*, 2:1732-1735.

- Krueger R.A. (1996). *Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research*. London: Sage Publications.
- Kwak EJ, Lim SI. (2004). The effect of sugar, amino acid, metal íon and NaCl on model Maillard reaction under pH control. *Amino Acids*. 27:85-90. doi: 10.1007/s00726-004-0067-7.
- Laderoza M, Draetta IS. (1991). Enzimas e pigmentos: Influências e alterações durante o processamento. In: Soler MP, editor. *Manual de industrialização de frutas*. ITAL: Campinas.p.17-30.
- Leite, E. (2006). *Empreendedorismo, inovação e incubação de empresas: lei de inovação*. Brasil: Edições Bagaço.
- Lima, L. C. O. (1999). Qualidade, colheita e manuseio pós-colheita de frutos de morangueiro. *Informe Agropecuário*, v. 20, n. 198, p. 80-83.
- Lin, C. H.; Chen, B. H. (2005). Stability of carotenoids in tomato juice during storage. *Food Chem.*, v. 90, n. 4, p. 837-846, May
- Lopes, T.J.; Xavier, M.F.; Novy Quadri, M.G. E Quadri, M.B. (2007). Antocianinas: Uma Breve Revisão das Características Estruturais e da Estabilidade. *R. Bras. Agrociência*, Pelotas, v.13, n.3, p. 291-297.
- López, O.P.; Jiménez A.R.; Vargas F.D. et al. (2000). Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains – characteristics, biosynthesis, processing, and stability, *Critical Reviews Food Science Nutrition*, v.40, n.3, p.173-289.
- Lourenço, E. J.; Neves, V. A.; Da Silva, M. A. (1992). Polyphenoloxidase from sweet potato: purification and properties. *J. Agric. Food Chem.*, v. 40, p. 2369-2373.
- Malgarim, M. B., Cantillano, R. F. F., Coutinho, E. F. (2006). Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. *Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal - SP*, v. 28, n. 2, p. 185-189, Agosto.
- Malgarim, M.B. et al. (2009). Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. ‘Camarosa’. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.28, n.2, p.185-189. 2006. .Acesso em: 27 out.
- Marshall, M. R.; Kim, J.; Wei, C. (2006). *Enzymatic browning in fruits, vegetables and seafoods*. Washington: FAO, 2000. Acesso em: 5 jun.



- Martinez, M. V.; Whitaker, J. R. (1995). The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends in Food Science and Technology*. 6: 195-200.
- Martinez, M. V.; Whitaker, J. R. (1995). The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends Food Sci. Technol.*, v. 6, p. 195-200.
- Martins, N. L. F. (1983). *Efeito de coberturas plásticas e orgânicas sobre o rendimento de "frutos" de duas cultivares de morangueiro (Fragaria X ananassa Duch.) e a temperatura do solo*. Porto Alegre. 252p. Dissertação (Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - URGs).
- Mdululi, K. M. (2005). Partial purification and characterization of polyphenol oxidase and peroxidase from marula fruit (*Sclerocarya birrea* subsp. Caffra). *Food Chem.*, v. 92, p. 311-323.
- Meilgaard, M.; Civille, G.V.; CARR, B.T. (1999). *Sensory Evaluation Techniques*. New York: Boca Raton, 3 ed. 387p.
- Melchiades, F.G.; Boschi, A.O. (1999). *Cores e Tonalidades em Revestimento de Cêramicos*. Laboratório de Revestimentos de Cêramicos – LaRC –DEMa – UFSCar. São Carlos-SP.
- Menezes HC, Draetta IS. (1980). *Bioquímica das frutas tropicais*. In: Menezes HC, Draetta IS, editores. Alguns aspectos tecnológicos das frutas tropicais e seus produtos. São Paulo: ITAL - Série Frutas Tropicais n.10. p. 9-17.
- Mitcham, B. (1996). Quality assurance for strawberries: a case study. *Perishables Handling Newsletter* 85: 6-9.
- Moldão, M. M. e Empis, J. (2000). Produtos Hortofrutícolas Frescos ou Minimamente Processados - Processamentos Mínimos. 1ª. s.l. : *Sociedade Portuguesa de Inovação*, S.A. p. 99.
- Moreira, Daniel Augusto. (2002). *O método fenomenológico na pesquisa*. São Paulo: Pioneira Thomson.
- Moskowitz, H. R. (1995). The dollar value of product quality: the effect of pricing versus overall liking on consumer stated purchase intent for pizza. *Journal of Sensory Studies*, v.10, n.3, p.239-247.
- Muñoz, A.M.; Civille, G.V.; Carr, B.T. (1992). *Sensory evaluation in quality control*. New York: Van Nostrand Reinhold, 240 p.
- Neves, V. A.; DA SILVA, M. A. (2007). Polyphenol oxidase from yacon roots (*Smallanthus sonchifolius*). *J. Agric. Food Chem.*, v. 55, p. 2424-2430.

- Newton, I. (1996). A letter of Mr. Isaac Newton, professor of the Mathematicks in the University of Cambridge; containing his new theory about light and colours; sent by the author to the publisher from Cambridge, Febr. 6. 1671/72; in order to be communicated to the R. Society', Philosophical Transactions of the Royal Society, v.6, n.80, p. 3075-3087, 1672a. Traduzido em SILVA, C. C, & MARTINS, R. A. A "Nova teoria sobre luz e cores" de Isaac Newton: uma tradução comentada. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.18, p. 313- 27.
- Nunes CS, Baptista AO. (2001). Implicações da reação de Maillard nos alimentos e nos sistemas biológicos. *Rev Port Ciênc Vet*. 96(538):53-9.
- Nunes M.C.N., Brecht J.K., Morais A.M.B., Sargent S.A. (2005). Possible Influences of Water Loss and Polyphenol Oxidase Activity on Anthocyanin Content and Discoloration in Fresh Ripe Strawberry (cv. Oso Grande) During Storage at 1 °C *Journal of Food Science* Volume 70, Issue 1, pages S79–S84, January.
- Núñez-Delicado, E.; Sojo, M. M; García-Carmona, F.; Sánchez-Ferrer, A. (2003) Partial purification of latent persimmon fruit polyphenol oxidase. *J. Agric. Food Chem.*, v. 51, p. 2058-2063.
- Oliveira, P.B., Barreto, F. (2007). *Produção de Outono com diferentes materiais de propagação vegetativo*. Edição n4. Agro 556. Novembro.
- Oliveira, R.P.; Nino, A.F.P.; Scivittaro, W.B. (2005). *Mudas certificadas de morangueiro: maior produção e melhor qualidade da fruta*. A Lavoura, Rio de Janeiro, v.108, n.655.
- Oliveira, T. M., Soares, N. F. F., Paula, C. D., Viana, G. A. (2008). *Uso da embalagem ativa na inibição do escurecimento enzimático de maçãs*. Ciências Agrárias, Londrina, v.29, n.1, p.117-128.
- Oreopoulou, V. e Tzia, C. (2007). *Utilization of plant by-products for the recovery of proteins, dietary fibers, antioxidants and colorants*. Em: Utilization of By-Products and Treatment of Waste in the Food Industry, Oreopoulou, V. e Tzia, C., Springer Science Business Media (eds), New York, 209-233.
- Padovani, M. I. (1991). Morango: o delicado e saboroso fruto da integração dos povos. São Paulo: Ícone. 68p. (Coleção Brasil Agrícola).
- Palha, M. G. (2005). *Manual do Morangueiro*. Santarém. 128 p.

- Pawliszyn, J; Pawliszyn, B; Pawliszyn, M. (1997). Solid Phase Microextraction (SPME), *The Chemical Educator*, Nova York, v. 2, n. 4, p. 1-7.
- Pazinato, B. C. Processamento do morango. In: Duarte-Filho, J.; Cançado, G. M. A.; Regina, M. De A.; Antunes, L. D.; Fadini, M. A. M. (1999). *Morango: tecnologia de Produção e processamento*. Caldas: EPAMIG. p. 187-204.
- Pelayo C; Ebeler Se; Kader Aa. (2003). Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5 °C in air or air +20 kPa CO<sub>2</sub>. *Postharvest Biology and Technology* 27: 171-183.
- Pelayo-Zaldívar, C.P. et al. 2010. Cultivar and harvest date effects on flavor and other quality attributes of california strawberries. *Journal of Food Quality*, v.28, n.1, p.78-97. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.17454557.2005.00005.x/abstract>>. Acesso em: 22maio, 2010.
- Pinto M.S.; Lajolo F.M.; Genovese M.L. (2008). Bioactive Compounds and Qualitification of Total Ellagic Acid in Strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch) *Food Chem.* 107, 1629-1635.
- Pires. C., Costa, S., Batista, A.P., Nunes, M.C., Raymundo, A., Batista, I. (2012). Properties of protein powder prepared from Cape hake by-products. *Journal of Food Engineering*, 108, 268-275.
- Plaehn, D. (2012). CATA penalty/reward. *Food Quality and Preference*, 24, 141–152.
- Plutowska, B.; Wardencki, W. (2007). Aromagrams- aromatic profiles in the appreciation of food quality. *Food Chemistry*, Barking, v. 101, p. 845-872.
- Prasad, K.; Stadelbacher, G.F. (1974). Effects of acetaldehyde vapor on postharvest decay and market quality of fresh strawberries. *Phytopathology*. 64, 948-951.
- Ramos, S.C.F. (2013). Avaliação das propriedades gelificantes da farinha de chia (*Salvia hispanica* L.). Desenvolvimento de novas aplicações culinárias. 110f. Dissertação do Mestrado. Instituto Superior de Agronomia.
- Ravichandran, R. (2002). Carotenoid composition, distribution and degradation to flavour volatiles during black tea manufacture and the effect of carotenoid supplementation on tea quality and aroma. *Food Chem.*, v. 78, n. 1, p. 23-28, July. 2002.

- Rein M.J., Heinonen M. Stability and enhancement of berry juice color. *J AgricFood Chem.* 19;52(10):3106-14. 2004.
- Resende J.T.V; Camargo L.K.P.; Argandoña E.J.S.; Marchese A; Camargo C.K. (2008). Sensory analysis and chemical characterization os strawberry fruits. *Horticultura Brasileira* 26:371-374.
- Rocha, D. A.; Abreu C.M.P.;Corrêa, A.D.; Santos C.D.; Fonseca E.W.N. (2008). *Rev Bras Frutic.*, Jaboticabal – SP 30, 4, 1124-1128.
- Rodrigues A.R. (1988). *Pontuações Sobre a Investigação Mediante Grupos Focais*. Seminário COPEADI – Comissão Permanente de Avaliação e Desenvolvimento Institucional.
- Ronque, E. R. V. (1998). *Cultura do morangueiro: revisão prática*. Curitiba: EMATER-PR. 206p.
- Rufián-Renares JA, Delgado-Andrade C, Morales FJ. (2009). Non-enzymatic browning: the case of the Maillard reaction. In: Delgado-Andrade C, Rufián-Renares JA. *Assessing the generation and bioactivity of neo-formed compounds in thermally treated foods*. Granada: Atrio; p.9-32..
- Russ, W., e Schnappinger, M. (2007). Waste Related to the food industry: a challenge in material loops. Em: *Utilization of By-Products and Treatment of Waste in the Food Industry*, Oreopoulou, V. e Tzia, C., Springer Science Business Media (eds),New York, 1-15.
- Ryan, W.; Radford, C. (1987). Whitewares. *Production, testing and quality control* – First Edition, Pergamon Press, pág. 271-283.
- Sanz, C.; Olias, J.M.; Perez A.G. (1997). *Aroma biochemistry of fruits and vegetable*. In F. Tomas-Barberan, & R. J. Robins (Eds.), *Phytochem, fruits vegetables*, 125-155.
- Sapers, G.M.; Miller, R.L. (1998). Browning inhibition in fresh-cut pears. *Journal of Food Science*, v. 63, n. 2p. 342-346.
- Serradell, M. A.; Rozenfeld, P. A.; Martínéz, G. A.; Civello, P. M.; Chaves, A. R.; Añon, M. C. (2000). Polyphenoloxidase activity from strawberry fruit (*Fragaria ananassa*, Duch., cv Selva): characterization and purification. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. v. 80: 1421-1427.
- Sevenants, M. R.; Jennings, W. G. (1996). Volatile componentes of peach, II. *J. Food Sci.*, 31, 1, 81-86.

- Sharma, R.K.; Misra, B.P.; Sarma, T.C.; Bordoloi, A.K.; Pathak, M.G.; Leclercq, P.A. (1997). Essential oils of *Curcuma longa* L. from Bhutan. *Journal Essential Oil Research*, v. 9, p. 589–592.
- Shiferaw N.T, Kleintschek T., Gamage T., Fanning K.J., Netzel G., Versteeg C., Netzel M. (2013). Comparative effects of thermal and high pressure processing on phenolic phytochemicals in different strawberry cultivars. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. Volume 19, Pages 57–65. July
- Shils ME, Olson JA, Shike M. (1994). *Modern nutrition in health and disease*. 8<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 210 p.
- Silva, G.B.D. (2004). *Colorimetria: propagação dos erros e cálculo da incerteza de medição nos resultados espectrofotométricos*. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 93p.
- Silva, L., Capitão, C., Veiga, I., Noéme, C. (2009), Inivação e Criação de Novos Negócios, Associação dos Jovens Agricultores de Portugal (ed), Lisboa, 4-21.
- Silva, P.A. (2006). *Qualidade de morangos cultivados na região de Lavras-MG, armazenados em temperatura ambiente*. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- Skoog; Holler; Nieman. (1998). *Princípios de Análise Instrumental*. Editora Artmed, 5<sup>a</sup> Edição 598-637.
- Skoog; West; Holler; Crouch. (2000). *Fundamentos de Química Analítica*. Editora Thomson, 8<sup>a</sup> Edição 889-945.
- Sousa, I. (2001). *Reologia dos produtos alimentares*. Em: Reologia e suas aplicações industriais. Lisboa: Instituto Piaget - Ciência e Técnica.
- Stone, H.; Sidel, J. (1993). *Sensory evaluation practices*. New York: Academic Press. 338p.
- Su, S.K.; Wiley, R.C. (1986). Changes in apple juice flavor compounds during processing. *J. Food Sci.*, 63, 4, 688-691. 1986.
- Sulaiman A., S, Silva F.V.M. (2013). High pressure processing, thermal processing and freezing of ‘Camarosa’ strawberry for the inactivation of polyphenol oxidase and control of browning. *Food Control*. Volume 33, Issue 2, Pages 424–428. October.

- Tocchini L, Mercadante A. Z. (2001). Extração e determinação, por CLAE, de Bixina e Norbixina em coloríficos . *Ciência Tecnologia Alimentos*, 21: 310-313.
- Torres, M.D., Fradinho, P., Raymundo, A., Sousa, I. (2013). Thermorheological and Textural Behaviour of Gluten-Free Gels Obtained from Chestnut and Rice Flours. *Food and Bioprocess Technology*.
- Valderrama, P.; Marangoni, F. (2001). Clemente, E. Efeito do tratamento térmico sobre a atividade de peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em maçã (*Mallus comunis*). *Ciênc. Tecnol. Alim.*, Campinas, v.21, n. 3, p. 321-325.
- Valente, A.L.P.; Augusto, F. (2000). *Microextração por fase sólida*. Química Nova, São Paulo, v. 23, p. 523-530.
- Vaughn, S.F.; Spencer, G.F.; Shasha, B.S. (1993). Volatile Compounds from Raspberry and Strawberry Fruit Inhibit Postharvest Decay Fungi. *J. Food Sci.* 58, 4, 793-796.
- Vékey, K.; (2001). *J. Chromatogr.*, A , 921, 227.
- Vogel, A I; Mendham, J. V. (2002). *Análise química quantitativa*. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC. 461 p.
- Watson, R. et al.(2002). Influence of harvest date and light integral on the development of strawberry flavour compounds. *Journal of Experimental Botany*, v.53, n.377, p.2121-2129, Disponível em: <<http://jxb.oxfordjournals.org/content/53/377/2121.abstract>>. Acesso em: 21 maio, 2010.
- Watson, R.; Wright, C.J.; Mc Burney, T.; Taylor, A. J.; Linforth, R.S.T. (2002). Influence of harvest date and light integral on the development of strawberry flavour compounds. *J Exp. Bot.*, 53, 377, 2121-2129.
- Wiley, R.C. (1994). *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables*, London, CHAPMAN e HALL,357 p.
- Wilska J.J., Korzuchowska A. (1996). *Anthocyanin sand chlorogenic acid copigmentation- influence on thecolourof strawberry and chokeberry juices*. ZeitschriftfürLebensmittel-UntersuchungundForschung , Volume 203, Issue 1, pp 38-42.
- Wrolstad R.E., Skrede G., Lea P., Enersen G. (1990). Influence of Sugar on Anthocyanin Pigment Stability in Frozen Strawberries. *Journal of Food Science* .Volume 55, Issue 4, pages 1064–1065, July.

- Zabetakis, I. e Holden, M. A. (1997). Strawberry flavour: Analysis and biosynthesis. *J. Sci Food Agric.* 74, 421-434.
- Zawistowski, J.; Biliaderis, C. G.; Eskin, N. A. M. (1991). Polyphenol Oxidase In: Robinson, D. S.; Eskin, N. A. M. (Ed.). *Oxidative enzymes in foods*. London: Elsevier Science Publishers. p. 217-273.

## Utilização de um meio de extração único para a detecção de pelargonidina, HMF e PPO em amostras de *Fragaria ananassa*

Thainá Maria Gonçalves Silva<sup>1</sup>, Isabel B. Coutinho<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências e Tecnologia – Utl, Campos da Caparica 2829-516 Caparica, PORTUGAL. <sup>2</sup>REQUIMTE, 2829-516, Caparica, PORTUGAL

\*thaina3c@hotmail.com

Há várias maneiras de avaliar a degradação da cor em massa de morango. Três dos testes correntemente utilizados são a determinação do teor de antocianina monomérica dominante, a presença de HMF (5-hidroximetilfurfural) como intermediário na reação de escurecimento não-enzimático e avaliação da atividade da enzima PPO (polifenoloxidase) envolvida na reação de escurecimento enzimático. De acordo com a literatura cada um destes testes implica a obtenção de extractos de morango em diferentes condições. Neste trabalho utilizou-se um único tipo de extracto para efetuar todos os testes com consequente simplificação do protocolo experimental. Serão apresentados os teores de pelargonidina e as actividades da PPO para amostras submetidas a diferentes tratamentos, bem como a quantificação do HMF. Apresentar-se-á também evidência da atividade residual da PPO após tratamento térmico em condições agressivas.

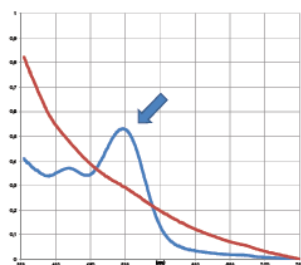


Figura 1. Espectros UV-Vis de uma suspensão resultante da suspensão em solvente de massa de morango sem tratamento térmico prévio. Linha azul: pH 0.9; linha vermelha: pH 4.4. O  $\lambda_{max}$  na forma protonada é de 500nm em meio aquoso.

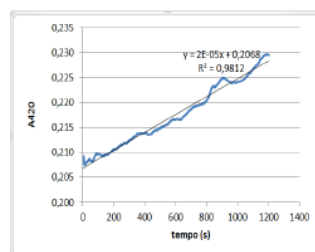


Figura 2. Exemplo de medida da atividade de PPO, em um extrato sem tratamento térmico, usando catecol como substrato. A atividade está relacionada com a taxa de variação da absorbância a 420 nm. Uma unidade da atividade enzimática U da PPO corresponde à variação  $A_{420}$  igual a 0,1 por minuto por grama de tecido fresco (FW).

Morangos de consumo adquiridos no comércio				
Contribuição a 5000 rpm				
Morango com batatada seguida de TT (85°C, 5 min) em banho-maria, 2h30min para atingir a T final.	6,8	1,45		
TT dos morangos inteiros (85°C, 5 min) em banho-maria, ca. 3h para atingir a T final, seguido de morango com batatada.	7,3	1,43		
Morango com batatada seguida de TT (85°C, 3min) em banho-maria, e de 1 h para atingir a T final.	7,8	1,33		
Morango com batatada seguida de TT (85°C, 2 min) com resistência inserida, menos de 5 min para atingir a T final.	18,0	1,79		
Morango com batatada, sem TT.	17,7	1,81		
Morango com batatada, sem TT.	16,3	1,82	1,31	
Tempo extração, contribuição a 11000 rpm				
Morango seccionado, pedaços incluindo pedicelo.	22,8	1,88	0,06	ND
Morango com batatada, seguida de TT (82°C, 1min) em banho-maria, ca. 25 min para atingir a T final.	25,8	1,87	ND	0,69
Morango seccionado, pedaços que não incluem pedicelo.				
Morango com batatada, seguida de TT (82°C, 1min) em banho-maria, ca. 25 min para atingir a T final.				

Morangos Camarosa*				
Tempo extração 11000 rpm				
Morango com batatada seguida de diluição 2:3 em água de torneira, seguida de TT (82°C, 1min) em banho-maria, ca. 15 min para atingir a T final.	13,0	1,65	0,05	0,79
Morango com batatada seguida de diluição 2:3 em água destilada comercial, seguida de TT (82°C, 1min) em banho-maria, ca. 15 min para atingir a T final.	9,3	1,35	ND	1,33
TT dos morangos inteiros, (82°C, 1 min) em banho-maria, ca. 15 min para atingir a T final, seguido de morango com batatada.	16,8	1,64	0,05	1,04
Morango com varinha mágica, seguido de TT (82°C, 1min) em banho-maria, ca. 15 min para atingir a T final.	16,4	1,78	0,05	0,39
Morango com batatada, seguida de TT (82°C, 1min) em banho-maria, ca. 15 min para atingir a T final.	15,6	1,52	0,001	2,30
Morango com varinha mágica, sem TT.	13,9	2,09	0,23	0,30
Morango com varinha mágica, seguida de TT (82°C, 1min) em banho-maria, ca. 15 min para atingir a T final.	16,4	1,8	0,04 (2)	0,33
Morango com varinha mágica, seguida de TT (82°C, 1min) em banho-maria, ca. 15 min para atingir a T final, seguida de diluição 2:3 em água de torneira.	16,0	2,04	0,07 (2)	0,32

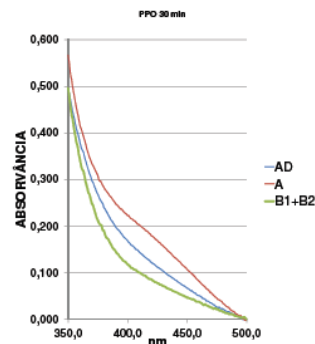


Figura 3 - Comparação das atividades da PPO num extrato ativo e num extrato previamente inativado em um meio fortemente ácido a 100°C durante 1 minuto, arrefecido e neutralizado. Subtraíram-se as linhas de base

A – Amostra com extrato ativo  
AD – Amostra com extrato inativado  
B1 – Matriz em que o substrato de catecol foi substituído por água  
B2 – Matriz em que o extrato (contendo a PPO) foi substituído por água

### Legenda das tabelas 1 e 2

TT: Tratamento térmico  
FW: Fresh Weight, tecido fresco  
PPO: Polifenoloxidase  
HMF: 5-hidroximetilfurfural  
 $A_{420}/A_{540}$ : Razão indicativa da qualidade da antocianina monomérica

\* Fornecido pela empresa SUMOL/COMPAL

### Referências:

- Ronald E. Wrolstad, Robert W. Durst, Jungmin Lee, Trends in Food Science and Technology, 2005, 16, 423-428.  
E. Cohen, Y. Birk, C. H. Mannheim, I. S. Saguy, Lebensmittel-Wissenschaft. Und Technologie. 1998, 31, 612-616.  
Alifdalino Sulaiman, Filipa V.M. Silva, Food Control 2013, 33, 424-428.

### Agradecimentos:

SUMOL/COMPAL pela contribuição para o trabalho experimental de TMGS no âmbito do Mestrado em Ciências da Gastronomia (ISA & FCT-UNL)



